Department of Finance
Ministère des Finances

Working Paper
Document de travail

Le prix de l'énergie et l'activité économique au Canada

par

Carl Gaudreault

Document de travail 2003-14

L'auteur tient à remercier Robert Lamy, Martin Charron, Yazid Dissou et Jean-François Fillion pour leurs suggestions et commentaires pertinents.

Working Papers *are circulated in the language of preparation only, to make analytical work undertaken by the staff of the Department of Finance available to a wider readership. The paper reflects the views of the authors and no responsibility for them should be attributed to the Department of Finance. Comments on the working papers are invited and may be sent to the author(s).*

Les **Documents de travail** *sont distribués uniquement dans la langue dans laquelle ils ont été rédigés, afin de rendre le travail d'analyse entrepris par le personnel du Ministère des Finances accessible à un lectorat plus vaste. Les opinions qui sont exprimées sont celles des auteurs et n'engagent pas le Ministère des Finances. Nous vous invitons à commenter les documents de travail et à faire parvenir vos commentaires aux auteurs.*

104-03294/

RÉSUMÉ

Dans cette étude, nous reproduisons les travaux de Hamilton (1983) et des auteurs subséquents au cas du Canada dans le but d'évaluer la relation empirique entre les variations de prix de l'énergie et l'activité économique canadienne. Nous utilisons le prix du pétrole et du gaz naturel (séparément et ensemble) comme prix de l'énergie, ainsi que plusieurs transformations asymétriques et non-linéaires basées sur la littérature américaine. Nous utilisons premièrement des tests bivariés et multivariés de causalité à la Granger. Les résultats des tests bivariés montrent la présence d'une relation négative significative entre les hausses de prix du pétrole et l'activité économique au Canada pour la période allant du premier trimestre 1962 au quatrième trimestre 2001. Cette relation est asymétrique puisque les coefficients associés aux variables de baisses de prix du pétrole ne sont pas conjointement significatifs. Les tests multivariés corroborent ce résultat pour certaines spécifications de prix du pétrole seulement. Le prix du gaz naturel ne contient aucune information prédictive pour l'activité économique. Nous approfondissons ensuite notre analyse en étudiant le comportement dynamique des variables d'un système vectoriel auto-régressif structurel (SVAR). Les résultats de l'analyse structurelle montrent qu'un choc positif de prix réel du pétrole engendre une légère baisse cumulative de l'activité économique au Canada, laquelle est significative à un niveau de confiance de 95%. Plus précisément, on observe une diminution du PIB réel de 0,05% après quatre trimestres et de 0,10% après huit trimestres suivant une hausse de 1$ du prix réel du pétrole.

ABSTRACT

This paper reproduces the works of Hamilton (1983) and the subsequent authors for the Canadian case to assess the empirical relationship between energy prices variations and economic activity in Canada. We use crude oil and natural gas prices (separately and together) as energy prices, and also some asymmetric and non-linear transformations based on the American literature. We first use bivariate and multivariate Granger causality tests. The bivariate tests results show a significant negative relationship between oil price increases and economic activity in Canada for the period going from the first quarter 1962 and the fourth quarter 2001. The relationship is asymmetric since the coefficients associated with oil price decreases are not jointly statistically significant. The multivariate tests confirm this result for some oil price specifications only. Natural gas price has no predictive information for economic activity. Next, we go deeper into our analysis in assessing the dynamic behaviour of the variables in a structural vector auto regression (SVAR) model. The results of the structural analysis show that a positive shock in real crude oil price produces a slight cumulative decline in Canadian economic activity, which is significant at a 95% confidence level. More specifically, following a 1$-rise in real oil prices, real GDP decline by 0.05% after four quarters and by 0.10% after eight quarters.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. REVUE DE LA LITTÉRATURE 2
   - 2.1 Mécanismes de propagation 2
   - 2.2 Sommaire des études empiriques 4
   - 2.3 Études empiriques américaines 5
   - 2.4 Cas du Canada 11

3. IMPORTANCE DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE AU CANADA 14

4. MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES 19
   - 4.1 Équation pour les tests bivariés 19
   - 4.2 Équation pour les tests multivariés 20
   - 4.3 Analyse structurelle 20
   - 4.4 Données et transformations 21

5. RÉSULTATS EMPIRIQUES 26
   - 5.1 Tests bivariés 26
   - 5.2 Tests multivariés 31
   - 5.3 Analyse structurelle 36

6. CONCLUSION 51

RÉFÉRENCES 54

ANNEXE A 56

ANNEXE B 59

ANNEXE C 67

1. INTRODUCTION

Beaucoup d'économistes croient qu'à travers différents mécanismes de propagation, les hausses de prix de l'énergie ont un impact négatif sur l'activité économique. Bien que le lien empirique entre comportement de l'activité économique américaine et les chocs de prix du pétrole soit un sujet très étudié aux États-Unis, très peu d'économistes ont effleuré cette question pour le cas du Canada.

L'objectif de ce papier est d'accroître notre connaissance de la relation empirique entre le prix de l'énergie et l'activité économique au Canada. Pour mesurer le prix de l'énergie, nous utilisons le prix du pétrole et du gaz naturel (séparément et ensemble), ainsi que plusieurs transformations asymétriques et non-linéaires tirées de la littérature américaine. Pour évaluer la présence d'une relation empirique entre l'activité économique au Canada et le prix de l'énergie, nous utilisons premièrement des tests bivariés et multivariés de causalité à la Granger. Nous approfondissons ensuite notre analyse en étudiant le comportement dynamique des variables d'un système vectoriel auto-régressif structurel (SVAR).

La suite du papier est organisée de la façon suivante. Dans la section 2, nous effectuons un survol de la littérature sur les mécanismes de propagation des chocs de prix du pétrole, les études empiriques américaines ainsi que les quelques articles qui se sont penchés sur la relation entre l'activité économique de d'autres pays, notamment du Canada, et le prix du pétrole. La section 3 offre une analyse sommaire de l'importance du secteur énergétique au Canada. Dans la section 4, nous décrivons premièrement les différents modèles utilisés pour l'analyse empirique du lien entre le prix de l'énergie et l'activité économique au Canada. Par la suite, la section 4 offre une description des différentes variables, notamment les différentes spécifications asymétriques et non-linéaires du prix de l'énergie, que nous utilisons pour l'estimation des modèles. Dans la section 5, nous analysons les résultats obtenus de ces estimations. Et finalement, nous concluons dans la section 6.

2. REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans cette section nous effectuons premièrement un survol rapide ainsi qu'une brève description des différents mécanismes de propagation des chocs pétroliers dans l'économie. Par la suite, nous produisons un tableau sommaire des principaux résultats empiriques de la littérature. Puis nous analysons en profondeur les plus importantes études empiriques sur la relation entre le prix du pétrole et l'activité économique aux États-Unis. Nous continuons avec les quelques études portant sur le cas du Canada.

2.1 Mécanismes de propagation

Les hausses de prix du pétrole dans les années 1970 ont suscité un intérêt marqué chez les économistes. Plusieurs hypothèses théoriques sur les mécanismes de propagation par lesquels le prix du pétrole affectent l'activité économique ont été proposées.[1] Deux de ces mécanismes portent sur le rôle de l'offre de monnaie. Premièrement, le mécanisme « stock réel de monnaie » stipule que les hausses de prix du pétrole engendrent de l'inflation ce qui fait diminuer la valeur réelle de la monnaie dans l'économie. La diminution du stock réel de monnaie provoque alors un ralentissement économique (récession) par les mécanismes monétaires habituels. Deuxièmement, le mécanisme « politique monétaire anti-inflationniste » énonce que l'autorité monétaire centrale, qui concentre ses efforts sur un niveau bas et stable de l'inflation, réagit fortement aux hausses prolongées de prix du pétrole et est donc responsable des ralentissements économiques. Le troisième mécanisme de propagation par la demande, « transfert de revenu », souligne que les hausses de prix du pétrole causent un transfert de revenus des pays importateurs nets de pétrole vers les pays exportateurs nets dû aux changements dans les termes de l'échange. Cette hausse du revenu des pays exportateurs nets (ex. : le Canada) implique inévitablement une augmentation des dépenses de consommation provoquant ainsi des pressions à la hausse sur la demande agrégée.

---

[1] Voir Mork (1994) pour un survol des mécanismes de propagation des chocs pétroliers.

Certains économistes se sont penchés sur les déterminants de l'offre agrégée pour expliquer le mécanisme de propagation des chocs de prix du pétrole et ont alors proposé d'autres hypothèses. Le mécanisme « production potentielle » suppose que le pétrole et le capital sont complémentaires dans le processus de production. Ainsi, il stipule que les hausses de prix du pétrole provoquent une diminution de la capacité de production dans l'économie puisque le prix plus élevé du pétrole implique une diminution de l'utilisation du pétrole et du capital à la fois. Le mécanisme « coûts de ré-allocation sectorielle », basé sur le fait qu'il est dispendieux de transférer une main d'œuvre spécialisée d'un secteur à l'autre, affirme que les chocs de prix du pétrole réduisent l'emploi agrégé par l'incitation qu'ont les travailleurs des secteurs négativement affectés à demeurer en chômage (pendant qu'ils attendent que les conditions s'améliorent dans leur secteur) plutôt que de se diriger vers les secteurs positivement affectés. Le mécanisme « incertitude » suggère qu'il est optimal pour les entreprises de retarder leurs dépenses d'investissement lorsqu'ils font face à une hausse de l'incertitude par rapport au prix futur du pétrole. C'est-à-dire que plus l'incertitude reliée au prix du pétrole augmente, plus l'incitation à investir diminue.

La faiblesse majeure des mécanismes « stock réel de monnaie », « transfert de revenus » et « production potentielle » est qu'ils impliquent une relation symétrique entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique, allant ainsi à l'encontre de ce que les études empiriques ont montré. Toutefois, ce n'est pas le cas pour les trois autres mécanismes de propagation. Par exemple, le mécanisme « politique monétaire anti-inflationniste » peut provoquer une réaction asymétrique de l'activité économique suite aux variations de prix du pétrole si la banque centrale est agressive en réponse aux hausses mais ne l'est pas face aux baisses de prix du pétrole. Les mécanismes « coûts de ré-allocation sectorielle » et « incertitude » peuvent également expliquer l'asymétrie de la relation à condition que les chocs de prix du pétrole engendrent une hausse de la volatilité et de l'incertitude. En effet, la volatilité engendrée par les hausses de prix du pétrole renforce l'effet négatif que peuvent provoquer les autres mécanismes de propagation, tandis que la volatilité produite par les baisses de prix du pétrole a tendance à contrer l'effet positif généré par ces mécanismes.

Finalement, Gruber (2001) mentionne un autre mécanisme de propagation qui pourrait s'avérer important pour des pays comme le Canada dont le principal partenaire commercial, les États-Unis, réagit fortement aux variations de prix du pétrole. Le mécanisme « demande étrangère » stipule que les changements de prix du pétrole ont un impact sur les partenaires commerciaux d'un pays donné (à travers l'un ou l'autre des mécanismes de propagation suggérés plus haut), et donc, par conséquent, sur la demande pour les biens et services de ce pays destinés à l'exportation.

2.2 Sommaire des études empiriques

Avant de présenter l'analyse en profondeur des principales études empiriques sur la relation entre le prix du pétrole et l'activité économique, nous produisons un sommaire des principaux résultats. Cette synthèse est présentée dans le tableau 2.1. La première colonne énumère les auteurs, la deuxième leur contribution à la littérature et la dernière leur principale conclusion.

Tableau 2.1
Sommaire des principaux résultats de la littérature américaine

Auteurs	Contribution	Conclusion
Hamilton (1983)	Première étude empirique sur le sujet. Contribution substantielle au débat.	Les hausses de prix du pétrole ont contribué significativement à engendrer les récessions américaines entre 1949 et 1980.
Mork (1989)	Application empirique du concept de la relation asymétrique avec une nouvelle spécification.	Perte de la significativité lorsque la période est allongée jusqu'en 1988. Il retrouve une relation significative (et asymétrique) lorsqu'il utilise sa spécification (baisses et hausses).
Ferderer (1996)	Application empirique du concept de l'incertitude reliée au prix du pétrole avec une nouvelle spécification.	Résultats plus significatifs lorsque la variable de volatilité du prix du pétrole est utilisée. Relation encore plus asymétrique.

Auteurs	Contribution	Conclusion
Hooker (1996)	Examen des résultats des études précédentes avec des données plus récentes. Application empirique du concept d'endogénéité.	Perte de la significativité et de la relation asymétrique lorsque la période est allongée jusqu'en 1994. Rejet de l'hypothèse du prix du pétrole endogène.
Hamilton (1996)	Autre application empirique du concept de la volatilité du prix du pétrole avec une nouvelle spécification.	Il trouve une relation non-linéaire significative et asymétrique en incluant les données plus récentes jusqu'en 1994.
Lee, Ni et Ratti (1995)	Autre application empirique du concept de la volatilité du prix du pétrole avec une nouvelle spécification.	Ils trouvent une relation non-linéaire significative et asymétrique en incluant les données plus récentes jusqu'en 1994.
Hooker (1997, 1999)	Étude des récentes spécifications de prix sur différentes périodes. Intérêt particulier pour la politique monétaire.	Perte de la significativité et de la relation asymétrique pour la période après 1980. Trouve que la politique monétaire peut jouer un rôle important.
Bernanke et al. (1997)	Étude empirique du rôle de la politique monétaire dans la relation. Utilisation de la politique monétaire endogène.	Un choc positif de prix du pétrole provoque une baisse cumulative de la production américaine après huit trimestres entre –0,04% et -0,15%. La politique monétaire endogène compte pour près de 75% de l'effet total des chocs de prix du pétrole sur l'activité économique américaine.
Hamilton et al. (2001)	Poursuivent l'analyse de Bernanke et al. en utilisant une plus longue structure de retards.	Les chocs pétroliers ont des effets négatifs directs, impliquant ainsi que la politique monétaire joue un rôle marginal.
Balke et al. (1999)	Étude sur la relation asymétrique à l'aide du modèle de Bernanke et al.	La politique monétaire est une des causes (mais pas la seule) de la relation asymétrique.
Burbidge et al. (1984)	Analyse empirique de la relation de certains pays de l'OCDE avec le prix du pétrole.	L'impact négatif d'un choc positif de prix du pétrole sur l'économie est plus faible au Canada qu'aux États-Unis.
Mork et al. (1994)	Analyse empirique de la relation asymétrique de certains pays de l'OCDE avec le prix du pétrole.	Présence d'une relation asymétrique entre l'activité économique canadienne et le prix du pétrole.

2.3 Études empiriques américaines

Comme le montre le tableau sommaire plus haut, une panoplie impressionnante d'études portant sur l'analyse empirique de l'effet des chocs de prix du pétrole sur l'activité

économique aux États-Unis a été publiée au cours des vingt dernières années.[2] La plupart des auteurs s'entendent sur le fait que plusieurs récessions aux États-Unis depuis la deuxième guerre mondiale ont été précédées par une augmentation importante du prix du pétrole. Cependant, le débat à savoir si les données montrent effectivement un lien direct entre les variations de prix du pétrole et les cycles économiques n'est pas clos.

Hamilton (1983) a apporté une contribution substantielle au débat. Il utilise des tests bivariés et multivariés de causalité à la Granger (tests d'exclusion) pour étudier le rôle du prix du pétrole dans le comportement cyclique de certaines variables macroéconomiques trimestrielles.[3] Hamilton restreint en premier lieu son analyse à la période allant de 1949 à 1972 afin d'éviter la présence de non-stationnarité dans le prix du pétrole due à la période qu'il appelle « l'expérience post-OPEP ». Les résultats des tests bivariés montrent de façon très significative que le prix du pétrole cause à la Granger les variables réelles, soit le PNB réel et le taux de chômage. Les tests multivariés de causalité à la Granger, effectués en incluant les six variables dans l'équation, supportent ces résultats. D'un autre côté, la seule variable qui contient de l'information statistiquement significative pour le prix du pétrole est la variable des prix à l'importation; l'hypothèse de non-causalité à la Granger étant rejetée pour toutes les autres variables. Cependant, les tests multivariés montrent que ce résultat n'est pas robuste. De plus, en allongeant la période jusqu'en 1980, Hamilton trouve que les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs. Il conclue ainsi que les hausses de prix du pétrole, dues principalement à des évènements économiques exogènes, ont contribué significativement à engendrer les récessions américaines entre 1949 et 1980.

Suite à ce résultat, beaucoup d'économistes se sont penchés sur la question. En partant du fait que les résultats de Hamilton sont basés sur une période où le prix du pétrole n'a connu aucune diminution majeure, Mork (1989) tente de vérifier la validité des résultats de Hamilton lorsque la période d'estimation est allongée jusqu'au deuxième trimestre de

---

2 Brown et Yücel (2001) offrent un survol de la littérature sur le sujet.

3 Hamilton (1983) base son choix des variables macroéconomiques sur le travail de Sims (1980*b*) : le PNB réel, le taux de chômage, l'indice implicite de prix du revenu des entreprises non-agricoles, le salaire horaire par travailleur, les prix à l'importation et la masse monétaire M1. La variable de prix du pétrole est l'indice des prix à la production pour le pétrole.

1988 afin d'inclure l'effondrement des prix de la fin de 1985. Mork utilise le modèle à six variables de Hamilton mais corrige la variable de prix du pétrole.[4] Il trouve que le prix du pétrole ne causent pas à la Granger le PNB réel à un niveau de confiance de 95%.[5] De plus, les tests de stabilité montrent que les coefficients ne sont statistiquement pas les mêmes avant et après l'effondrement des prix de la fin de 1985, suggérant un comportement asymétrique du PNB réel lors d'une diminution de prix du pétrole. Afin de vérifier cette hypothèse, Mork introduit dans le système deux variables pour le prix du pétrole, une pour les augmentations et une autre pour les diminutions. Les résultats confirment un important effet négatif[6] significatif des hausses de prix du pétrole et montrent que les baisses de prix ont également un léger effet négatif mais non significatif[7], suggérant ainsi la présence d'un effet asymétrique des variations de prix du pétrole aux États-Unis.

Ferderer (1996) suggère que les chocs de prix du pétrole peuvent avoir un impact négatif, non seulement à cause des hausses de prix du pétrole, mais également à cause de l'augmentation de l'incertitude reliée à ces hausses de prix. Afin de vérifier empiriquement cette hypothèse, Ferderer propose une nouvelle spécification pour mesurer l'impact des variations du prix du pétrole. En utilisant les données quotidiennes du prix de quatre différents produits pétroliers, l'auteur construit deux variables mensuelles de prix du pétrole : un indice du niveau et un indice de la volatilité du prix réel des produits pétroliers.[8] Ferderer utilise ces deux variables dans l'estimation d'un système vectoriel auto-régressif (VAR) à quatre variables (incluant la production industrielle et une mesure de politique monétaire) afin d'analyser l'effet de la prise en

---

4 La variable de prix du pétrole est l'indice des prix à la production pour le pétrole (comme Hamilton) jusqu'en 1970. Pour le reste de la période, Mork utilise une transformation du coût d'acquisition des raffineries afin de ne pas tenir compte du contrôle des prix aux États-Unis dans les années 1970. De plus, Mork utilise le taux des bons du Trésor à trois mois au lieu de la masse monétaire M1.

5 Mork obtient une probabilité (*p-value*) de 0,071 de ne pas rejeter l'hypothèse d'exclusion de la variable de prix du pétrole, comparativement à 0,0003 pour Hamilton.

6 Pour établir le signe de la relation entre le PIB réel et les hausses ou les baisses réelles de prix du pétrole, l'auteur calcule la somme des coefficients associés à la variable en question.

7 La probabilité de ne pas rejeter l'hypothèse d'exclusion de la variable d'augmentations de prix du pétrole diminue fortement à 0,001 tandis que celle associée à la variable de diminutions de prix du pétrole est de 0,152.

8 Les quatre produits pétroliers sont : « *premium gasoline* », « *jet grade kerosene* », « *gasoil* » et « *heavy fuel oil* ». Il construit premièrement un indice agrégé pondéré du prix quotidien de ces quatre produits. La première variable (l'indice du niveau) est construite en calculant la moyenne mensuelle de cet indice divisé par l'IPC. La deuxième variable (l'indice de volatilité) est construite en calculant l'écart-type de l'indice agrégé pondéré divisé par l'IPC.

compte de cette incertitude (volatilité) sur la relation entre l'économie américaine et le prix du pétrole pour la période allant de janvier 1970 jusqu'en décembre 1990. Les résultats montrent que la volatilité du prix du pétrole possède une plus forte capacité prédictive de l'activité économique que le niveau du prix du pétrole. Comme Mork (1989), en utilisant des variables de hausses et de baisses du prix du pétrole, Ferderer montre que la relation entre le prix du pétrole et l'activité économique est asymétrique, et que lorsqu'il inclut la variable de volatilité dans le système, la relation asymétrique devient beaucoup plus évidente. Finalement, Ferderer trouve que la politique monétaire restrictive, en réponse aux hausses de prix du pétrole, peut expliquer en partie la relation négative entre les hausses de prix du pétrole et l'activité économique.

Hooker (1996) utilise un modèle semblable à celui de Mork (1989)[9] pour montrer, avec des données allant jusqu'au deuxième trimestre de 1994, que la relation causale entre le prix du pétrole et l'activité économique n'est plus observée. Hooker admet un bris structurel en 1973. Il reproduit les résultats d'Hamilton (1983) pour la période avant 1973, mais trouve que cette relation de causalité est statistiquement non significative après cette date. De plus, il rejète l'hypothèse selon laquelle le prix du pétrole pourrait maintenant être endogène puisque aucune variable du système ne cause à la Granger la variable de prix du pétrole. Finalement, en utilisant deux variables distinctes pour les hausses et les baisses réelles de prix du pétrole, Hooker montre que la relation asymétrique observée par Mork (1989) n'est plus présente puisque les hypothèses d'exclusion de ces variables ne sont pas rejetées.

Hamilton (1996) réplique que ce phénomène est dû principalement à la forte volatilité du prix du pétrole depuis son effondrement en 1986 et que plusieurs augmentations du prix du pétrole après cette date n'étaient possiblement que de simples corrections aux diminutions précédentes. Selon lui, certaines augmentations de prix ne peuvent être considérées comme des chocs énergétiques. Hamilton propose donc une nouvelle variable plus apte à capter les chocs de prix du pétrole qu'il appelle : augmentation nette

---

[9] Hooker n'inclut qu'une seule variable réelle (PIB réel ou taux de chômage) à la fois dans le système et n'inclut pas le salaire horaire par travailleur dans le système. Il utilise la même variable de prix du pétrole que Mork (1989).

du prix du pétrole[10]. En incluant cette nouvelle spécification non-linéaire du prix du pétrole dans un modèle semblable à celui de Hooker (1996) sur la période complète allant de 1948 à 1994, il trouve que les données récentes corroborent la corrélation historique entre les chocs énergétiques et les récessions américaines. Cependant, les tests d'exclusion effectués pour la sous-période allant de 1973 à 1994 montrent que cette relation n'est plus observée.

En se basant sur le fait que la capacité prédictive des chocs de prix du pétrole sur les variables macroéconomiques diminue au fur et à mesure que les données sont mises à jour, Lee, Ni et Ratti (1995)[11] invoquent également l'argument de la volatilité en affirmant qu'un changement dans le prix du pétrole a plus de chances d'avoir un impact important dans une situation où le prix du pétrole est stable que dans un environnement où les variations de prix du pétrole sont fréquentes et irrégulières. Les auteurs utilisent un modèle autorégressif généralisé d'hétéroscédasticité conditionnelle (GARCH) afin de construire trois nouvelles variables de prix du pétrole : les chocs normalisés de prix du pétrole, ainsi que la partie positive et négative de cette variable.[12] En introduisant ces trois variables dans des systèmes bivariés et multivariés semblables à ceux de Mork (1989), Lee et *al* trouvent, à l'aide des tests d'exclusion standards, que la relation de causalité entre le prix du pétrole et les variables réelles (PNB réel et taux de chômage) devient statistiquement significative et que ce résultat est stable dans le temps. Ils concluent également que le prix du pétrole a des effets asymétriques étant donné que, seule la variable de chocs positifs normalisés est statistiquement significative.

Suite aux résultats de Lee, Ni et Ratti (1995) et de Hamilon (1996) suggérant une relation asymétrique et non-linéaire entre le prix du pétrole et l'économie américaine, Hooker

---

[10] Traduction libre de « net oil price increase ». Cette variable est construite de la façon suivante : si le prix du pétrole observé à un trimestre donné est supérieur au prix maximum enregistré au cours des quatre derniers trimestres, on calcule le taux de croissance par rapport à ce maximum; par contre, si le prix du pétrole au trimestre *t* est inférieur à ce qu'il a été durant les quatre trimestres précédents, la variable prend la valeur zéro.

[11] L'article de Lee, Ni et Ratti (1995) a été écrit après ceux de Ferderer (1996), Hooker (1996) et Hamilon (1996), bien qu'il ait été publié avant ceux-ci.

[12] À l'aide d'un modèle GARCH (1,1) estimé avec le taux de croissance du prix réel du pétrole, ils calculent les résidus standardisés, c'est-à-dire les résidus de l'équation de la moyenne divisés par l'écart-type conditionnel, qu'ils définissent ensuite comme étant la variable de chocs normalisés de prix du pétrole. Ils définissent également la variable de chocs positifs (négatifs) normalisés de prix du pétrole comme étant égale aux résidus standardisés lorsqu'ils sont positifs (négatifs) et zéro lorsqu'ils sont négatifs (positifs).

(1997, 1999) revient à la charge en affirmant que les nouvelles spécifications de prix du pétrole développées dans ces études ne causent pas à la Granger les variables macroéconomiques après 1980. De plus, l'amélioration prédictive sur l'échantillon complet générée par ces nouvelles spécifications semble être conditionnelle à l'inclusion de certaines données des années 1950 et à l'exclusion du taux d'intérêt dans l'estimation des modèles, suggérant ainsi un rôle important de la politique monétaire.

Comme Ferderer (1996) et Hooker (1997, 1999), d'autres auteurs s'intéressent au rôle de la politique monétaire par rapport à la relation entre les fluctuations économiques aux États-Unis et les chocs de prix du pétrole. Notamment, Bernanke, Gertler et Watson (1997) montrent, en utilisant un modèle VAR plus complexe admettant des restrictions[13], que l'économie américaine réagit différemment à un choc de prix du pétrole selon que la politique monétaire est neutre (taux des fonds fédéraux constant) ou non. Lorsque la variable de politique monétaire n'est pas contrainte, les auteurs montrent que, suite à un choc positif de prix du pétrole, la baisse cumulative de la production après deux années se situe entre -0,04% et -0,15% selon la spécification de prix utilisée, tandis que lorsqu'ils appliquent un contrôle sur la réponse de la politique monétaire, le choc de prix du pétrole a un impact négatif beaucoup plus faible sur l'activité économique. Ainsi, ils concluent que la politique monétaire endogène compte pour près de 75% de l'effet total des chocs de prix du pétrole sur l'activité économique américaine.

Hamilton et Herrera (2001) poursuivent l'analyse de Bernanke et *al*, mais obtiennent des résultats différents. En effet, en utilisant une plus longue structure de retards sur les variables du modèle, les auteurs montrent que les chocs énergétiques ont des effets négatifs directs substantiels sur l'activité économique, impliquant ainsi que la politique monétaire joue un rôle marginal par rapport aux effets d'un choc de prix du pétrole. Les auteurs ne présentent pas les réponses dynamiques cumulatives dans leur texte, mais selon les graphiques, l'impact cumulatif d'un choc positif de prix du pétrole provoque

[13] Dans leur modèle, Bernanke et *al* utilisent sept variables : le PIB réel, l'indice de prix implicite du PIB, un indice de prix des produits de base, la variable de prix du pétrole construite par Hamilton (1996), le taux des fonds fédéraux, le taux des bonds du Trésor à trois mois et un taux d'intérêt de long terme (10 ans). Ils subdivisent leur système en trois blocs d'équations : le bloc « macro », le bloc « politique monétaire » et le bloc « financier », et appliquent certaines restrictions sur chacun ce ces blocs.

une baisse de la production américaine légèrement plus importante que celle estimée par Bernanke et *al.*

Dans un autre ordre d'idées, Balke, Brown et Yücel (1999) développent une version du modèle de Bernanke et *al* afin d'étudier les sources de la relation asymétrique entre les chocs de prix du pétrole et l'activité économique aux États-Unis pour la période allant de janvier 1965 jusqu'en décembre 1997.[14] Les auteurs trouvent que les variations de prix du pétrole ont des effets asymétriques sur l'activité économique et sur la politique monétaire, suggérant ainsi que celle-ci est à l'origine de la relation asymétrique par rapport à l'activité économique. Cependant, lorsqu'ils imposent une politique monétaire neutre dans le système, la relation asymétrique par rapport à l'activité économique demeure statistiquement significative. Ils concluent ainsi que la politique monétaire n'est pas la seule cause de la relation asymétrique entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique.

Plusieurs autres études empiriques américaines portent sur la relation entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique. Les spécifications et les résultats obtenus dans les études décrites précédemment nous permettront d'approfondir notre connaissance de la relation qu'entretient l'économie canadienne avec les variations du prix de l'énergie.

2.4 Cas du Canada

Très peu d'économistes se sont penchés sur la relation entre le prix du pétrole et l'activité économique au Canada. Les deux études sur lesquelles nous portons une attention particulière ont été effectuées dans le but d'étendre l'analyse américaine à certains pays de l'OCDE. À notre connaissance, il n'existe pas d'étude empirique s'intéressant plus spécifiquement au cas du Canada.

---

[14] Le système VAR développé par Balke, Brown et Yücel comporte les sept équations (avec quelques modifications mineures) originales du modèle de Bernanke, Gertler et Watson ainsi qu'une équation non-linéaire qui définit le comportement de la variable de prix du pétrole développée par Hamilton.

Burbidge et Harrison (1984) ont analysé empiriquement l'effet d'une hausse de prix du pétrole sur l'activité économique de cinq pays de l'OCDE : les États-Unis, le Japon, la République Fédérale d'Allemagne (RFA), le Royaume-Uni et le Canada. Les auteurs utilisent des données mensuelles pour la période allant de janvier 1961 jusqu'en juin 1982 et estiment un VAR à sept variables pour chacun des pays.[15] Ils calculent et analysent ensuite les réponses dynamiques d'un choc de prix du pétrole sur le niveau des prix et la production industrielle. Les résultats montrent que l'impact du choc de prix du pétrole sur le niveau des prix aux États-Unis et au Royaume-Uni est substantiel tandis qu'il est plus faible (mais toujours significatif) au Japon, au Canada et en RFA. Pour la production industrielle, ils trouvent que le prix du pétrole a un effet négatif important sur l'économie du Japon et bien sûr des États-Unis. Cependant, l'impact négatif sur la production industrielle du Canada, du Royaume-Uni et de la RFA est faible.

Dans une autre étude, Mork, Olsen et Mysen (1994) étendent les travaux de Mork (1989) sur l'effet asymétrique des variations de prix du pétrole à six pays de l'OCDE : le Canada, le Royaume-Uni, la RFA, la France, le Japon et la Norvège. Les auteurs utilisent des tests bivariés et multivariés de causalité à la Granger afin d'étudier la relation entre le prix du pétrole (augmentations et diminutions réelles) et le PIB réel pour chaque pays sur la période allant du troisième trimestre 1967 jusqu'au quatrième trimestre 1992.[16] Les résultats des tests bivariés montrent une relation négative entre le PIB réel et la variable de hausses réelles de prix du pétrole pour tous les pays à l'exception de la Norvège, qui entretient une relation positive étant donné l'importance du secteur pétrolier dans son économie. Les statistiques des tests montrent que les coefficients sont significatifs à un niveau de confiance de 90% pour tous les pays sauf le Canada. Les coefficients associés à la variable de baisses réelles de prix du pétrole semblent montrer une relation positive

---

15 Les variables pour chacun des pays sont : le prix réel du pétrole (le prix d'un baril de pétrole de l'Arabie Saoudite en dollars américains divisé par une moyenne pondérée des indices de prix à la consommation des cinq pays), la production industrielle dans les pays de l'OCDE (excluant le pays considéré), la production industrielle du pays considéré, le taux d'intérêt à court terme, une mesure de masse monétaire, le salaire horaire moyen dans le secteur manufacturier et l'indice des prix à la consommation.

16 Pour chaque pays, l'équation pour les tests bivariés inclut à droite : le taux de croissance du PIB réel, le taux de croissance du prix du pétrole lorsqu'il est positif et lorsqu'il est négatif (deux variables distinctes). L'équation pour les tests multivariés inclut en plus : l'inflation du PIB, le taux d'intérêt à court-terme, le taux de chômage et le taux de croissance de la production industrielle de l'ensemble des pays de l'OCDE. Les équations sont estimées

avec le PIB réel, suggérant ainsi que les diminutions de prix du pétrole entraînent un ralentissement économique. Toutefois, les tests bivariés indiquent que les coefficients ne sont pas significatifs sauf pour le Canada, où la relation est positive et significative. Les conclusions avancées avec les résultats des tests bivariés par rapport à l'effet négatif des hausses de prix du pétrole sont supportées par les tests multivariés, avec une relation maintenant significative pour le Canada. De plus, l'effet négatif des baisses de prix du pétrole est maintenant significatif pour le Canada, les États-Unis ainsi que la RFA.

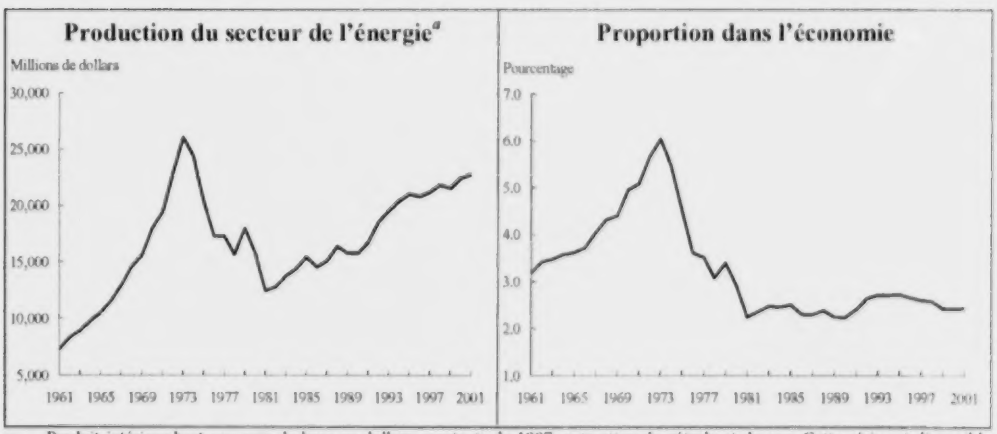
simultanément par la méthode de régressions apparemment non-reliées « Seemingly Unrelated Regressions (SUR) ».

3. IMPORTANCE DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE AU CANADA

Suite aux variations de prix de l'énergie[17], le comportement de l'activité économique au Canada peut être différent de celui observé aux États-Unis dans la mesure où leur relation respective avec l'énergie est différente. Cette section fournit un bref survol de l'importance du secteur énergétique au Canada.

La figure 3.1 montre l'évolution de la production réelle du secteur de l'énergie au Canada et de la part de cette production dans l'économie. La forte hausse de la valeur réelle de l'extraction de pétrole brut et de gaz naturel au Canada jusqu'au premier choc pétrolier en 1973, ainsi que la baisse subséquente jusqu'en 1981, s'est traduite par un comportement similaire de la proportion dans l'économie. Toutefois, au cours des vingt dernières années, pendant que la production réelle du secteur de l'énergie augmentait graduellement, sa part dans l'économie est demeurée relativement stable autour de 2,5%.

Figure 3.1
Production canadienne du secteur de l'énergie

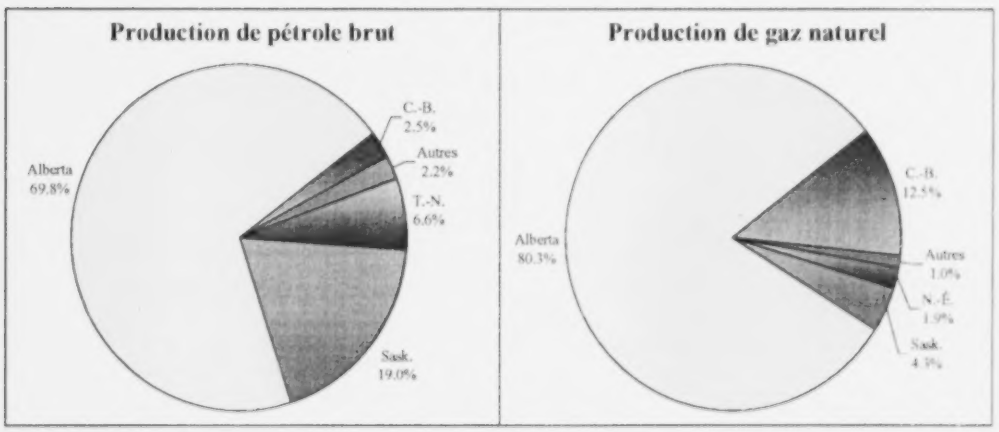


a. Produit intérieur brut aux prix de base en dollars constants de 1997, extraction de pétrole et de gaz. Cette série est disponible seulement à partir de 1981. Afin d'avoir une série plus longue, nous avons appliqué les taux de croissance du PIB réel au coût des facteurs aux niveaux du PIB réel aux prix de base.

[17] Dans la présente étude, l'énergie est définie comme étant le pétrole brut et le gaz naturel.

La figure 3.2 montre la répartition régionale en 2000 de la production de pétrole brut et de gaz naturel au Canada. L'Alberta extrait près de 70% du pétrole brut du Canada, suivie par la Saskatchewan, Terre-Neuve et la Colombie-Britannique. Pour le gaz naturel, la part de l'Alberta s'élève à plus de 80%, suivie par la Colombie-Britannique, la Saskatchewan et la Nouvelle-Écosse. Les autres provinces se partagent 2,2% de la production de pétrole brut et 1,0% de la production de gaz naturel.

Figure 3.2
Répartition régionale (2000)

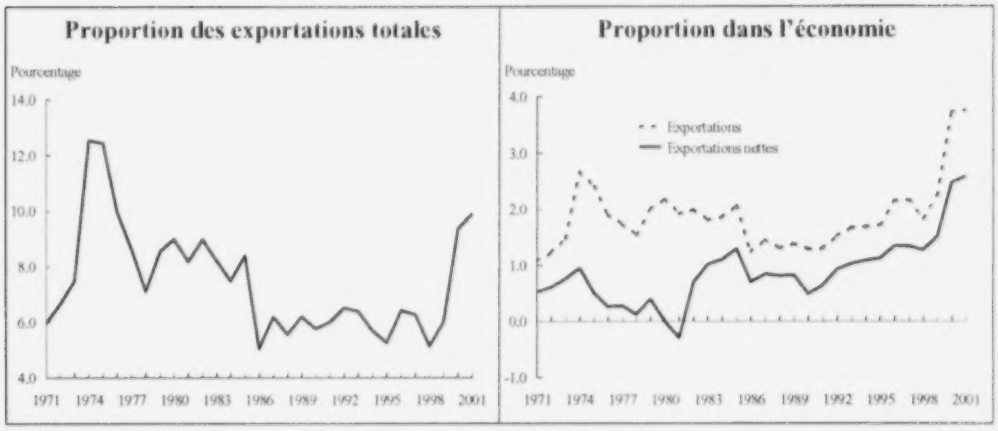


La figure 3.3 à la page suivante montre l'évolution des exportations canadiennes du secteur de l'énergie par rapport aux exportations totales et à l'ensemble de l'économie. En proportion des exportations totales, les exportations du secteur de l'énergie ont atteint leur plus haut niveau en 1974 et 1975 avec 12,5%. Par la suite, elles se sont maintenues entre 7 et 9% pendant neuf ans, puis entre 5 et 6,5% pendant quatorze ans. En 2000 et 2001, leur proportion dans les exportations totales a grimpé à 9,4% et 9,9% respectivement.

La part des exportations canadiennes du secteur de l'énergie dans l'économie a atteint un nouveau sommet en 2000 et 2001 avec 3,7% du PIB, n'ayant pas dépassé 2,7% (1974) auparavant. D'un autre côté, après avoir été négative en 1981, la part des exportations

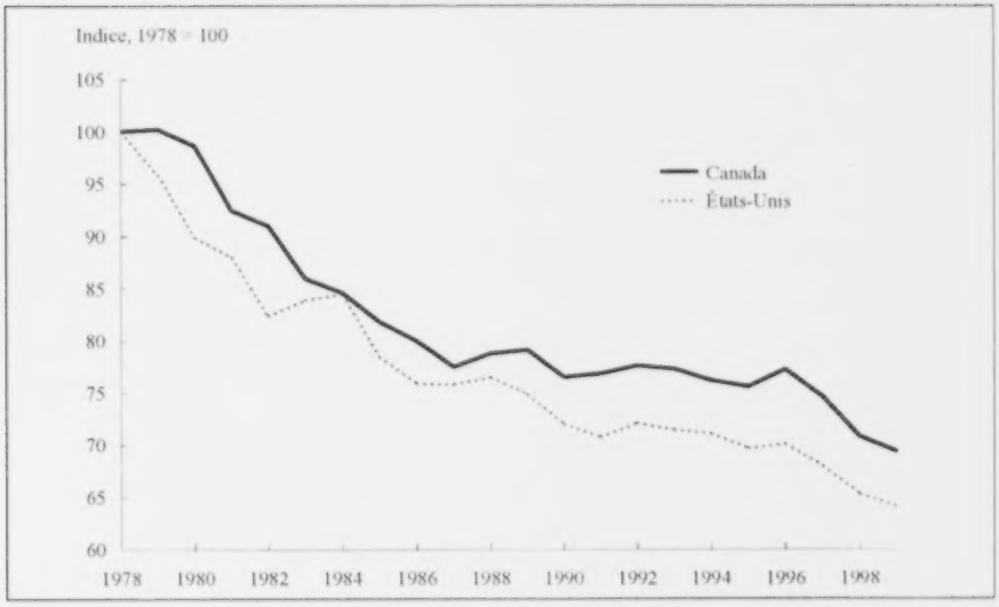
nettes du secteur de l'énergie dans l'économie a augmenté considérablement pour atteindre 2,5% en 2000 et 2,6% en 2001.

Figure 3.3
Exportations canadiennes du secteur de l'énergie



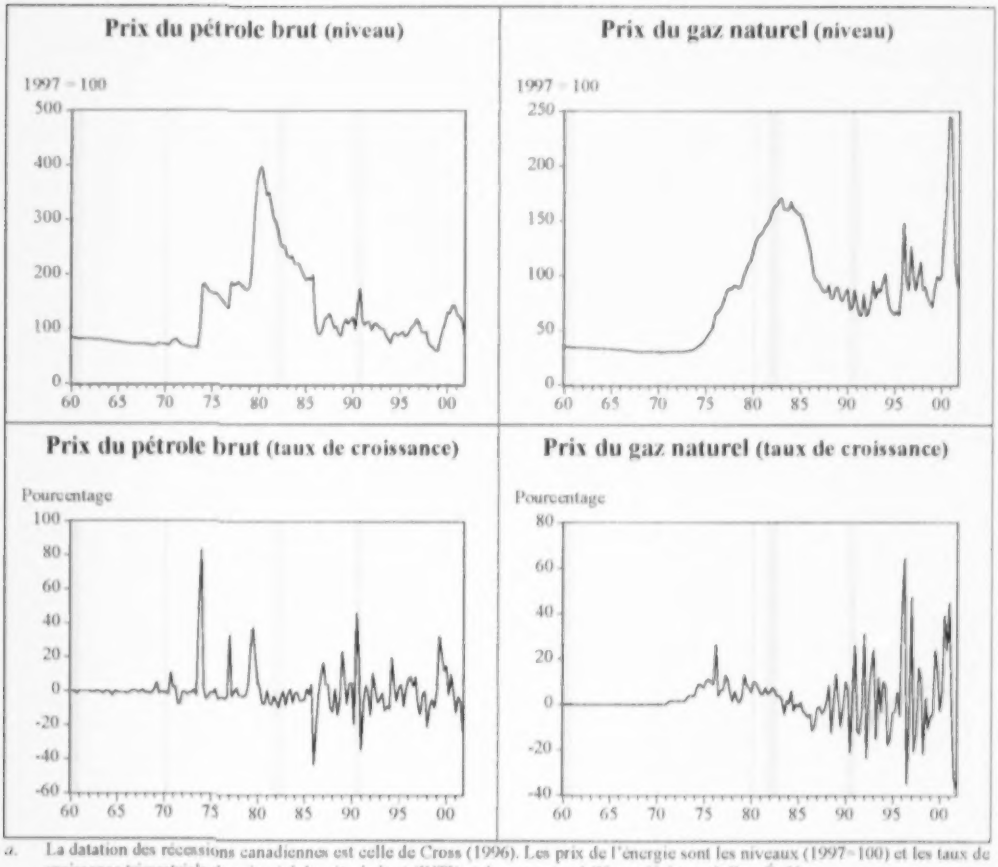
La figure 3.4 à la page suivante montre l'évolution de l'intensité énergétique au Canada et aux États-Unis depuis 1978. On remarque que l'intensité énergétique, mesurée par la valeur réelle de l'énergie consommée par les secteurs résidentiel, industriel, commercial et gouvernemental en proportion du PIB réel, a diminué considérablement au cours des vingt-cinq dernières années au Canada de même qu'aux États-Unis. Ce phénomène reflète notamment le changement graduel de l'économie vers des industries moins intensives en énergie et les innovations technologiques en matière d'épargne énergétique.

Figure 3.4
Intensité énergétique au Canada et aux États-Unis



La figure 3.5 à la page suivante montre l'évolution du prix réel du pétrole brut et du gaz naturel en niveau et en taux de croissance, et les récessions (zones ombragées) au Canada depuis 1960. On remarque premièrement que la forte hausse du prix réel du pétrole en 1973-1974 n'a pas été suivie d'une récession officielle au Canada mais seulement d'un léger ralentissement de l'économie canadienne. De plus, les graphiques de la figure 3.5 montrent que la forte hausse du prix réel du pétrole à la fin des années 1970 a été suivie par deux récessions au début des années 1980. À cette époque, ces deux récessions avaient également été précédées d'une hausse du prix réel du gaz naturel. Le même phénomène est survenu avant la récession du début des années 1990, bien que d'une ampleur moins grande. On remarque aussi très clairement une hausse de la volatilité du prix du pétrole brut et du gaz naturel depuis le milieu des années 1980.

Figure 3.5
Prix de l'énergie et récessions canadiennes[a]



a. La datation des récessions canadiennes est celle de Cross (1996). Les prix de l'énergie sont les niveaux (1997=100) et les taux de croissance trimestriels du prix réel du pétrole brut (WTI) et du gaz naturel (Henry Hub) en dollars É.-U..

4. MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES

En se basant sur les études effectuées aux États-Unis et sur nos connaissances de la situation économique canadienne, il nous est possible de construire différents modèles qui nous permettront de mieux comprendre la relation entre les variations du prix de l'énergie et l'activité économique au Canada, et d'en cibler les causes. La première partie de cet examen empirique porte sur des tests de causalité à la Granger, tandis que la deuxième partie porte sur l'analyse structurelle basée sur les sentiers de réponse dynamique obtenus d'un SVAR.

4.1 Équation pour les tests bivariés

Les tests bivariés de causalité à la Granger sont effectués en estimant premièrement cette équation par moindres carrés ordinaires (MCO) :

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_i o_{t-i} + e_t \qquad (4.1)$$

où y_t est une variable d'activité économique réelle stationnaire (ex : le taux de croissance du PIB réel), o_t est une variable de prix de l'énergie et n est le nombre de retards sur les variables de l'équation.

Le test de causalité à la Granger est un test Wald d'exclusion appliqué sur la variable de prix de l'énergie testant l'hypothèse nulle $H_0 : \lambda_1 = ... = \lambda_n = 0$, c'est-à-dire que les coefficients associés à cette variable sont conjointement égaux à zéro ou, en d'autres mots, que o_t ne cause pas à la Granger y_t. Si la valeur de la statistique F implique un rejet de l'hypothèse nulle, on est alors en présence d'une relation statistiquement significative entre le prix du pétrole et l'activité économique. La nature de cette relation est déterminée par le signe de la somme des coefficients associés à la variable de prix de l'énergie.

4.2 Équation pour les tests multivariés

Les tests multivariés nous permettent d'étudier avec plus de robustesse les relations intéressantes que peuvent nous montrer les résultats des tests bivariés. L'équation pour les tests multivariés est tirée d'un VAR en forme réduite. Plus précisément, il s'agit de l'équation qui relit la variable d'activité économique aux autres variables du système :

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_i o_{t-i} + \delta(L) z_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (4.2)$$

où z_t représente les autres variables du système (ex : inflation, taux d'intérêt, activité économique étrangère) et $\delta(L)$ la structure de retards ainsi que les coefficients associés à ces variables. Les équations d'un VAR sont estimées séparément par MCO, ainsi il est possible d'estimer seulement l'équation qui nous intéresse.

Les tests multivariés à la Granger testent la même hypothèse nulle que les tests bivariés et sont effectués de la même façon. La seule différence est l'inclusion de d'autres variables dans l'équation. Ceci nous permet de vérifier si la relation trouvée avec les tests bivariés est robuste lorsque le comportement de différentes variables est pris en compte.

4.3 Analyse structurelle

Le système VAR, duquel nous utilisons l'équation 4.2, nous sert également à analyser le comportement des variables du système à l'aide des sentiers de réponse dynamique. Il nous faut premièrement identifier le modèle structurel puisque les termes d'erreur des équations de la forme réduite sont corrélés de façon contemporaine, et que, par conséquent, il est très difficile d'interpréter les réponses dynamiques. En imposant un ordre préétabli aux variables dans le système et certaines restrictions contemporaines, on peut récupérer le modèle structurel à partir de la forme réduite estimée. On appelle cette structure d'identification, la décomposition de Choleski. La représentation moyenne mobile du modèle structurel nous permet d'analyser, à l'aide des sentiers de réponse dynamique, le comportement des variables suite aux différents chocs structurels.

4.4 Données et transformations

Prix de l'énergie

Les produits de l'énergie que nous considérons pour le cas du Canada sont le pétrole brut et le gaz naturel. Nous voulons évaluer l'impact des variations du prix de ces deux produits énergétiques sur les variables d'activité économique du Canada. Nous utilisons deux variables de prix du pétrole brut : le prix du *Western Texas Intermediate* (WTI) en dollars É.-U. par baril et l'indice de prix à la production pour le pétrole brut des États-Unis, cette dernière variable n'étant pas disponible pour le Canada; et une variable de prix du gaz naturel : *Henry Hub* en dollars É.-U. par mmbtu. Ces trois variables sont disponibles sur une base mensuelle à partir de janvier 1960. Finalement à partir de ces variables, que nous avons transformé en indice, nous construisons un indice de prix de l'énergie en prenant la somme pondérée de l'indice de prix du gaz naturel et de l'un ou l'autre des indices de prix du pétrole brut. Les poids pour la pondération sont fixes et sont calculés à partir de la proportion relative de la production canadienne moyenne de ces deux produits entre 1990 et 1999. Nous divisons ensuite ces cinq variables par l'indice de prix à la consommation (IPC) du Canada et prenons la moyenne sur trois mois pour obtenir des variables trimestrielles du prix réel de l'énergie. Chacune de ces variables o_t en niveau et en taux de croissance sera utilisée pour évaluer la relation empirique entre l'activité économique et le prix de l'énergie.

Différentes spécifications

Afin d'explorer les différents mécanismes de propagation des chocs énergétiques dans l'économie, nous utilisons également certaines spécifications asymétriques et non-linéaires du prix de l'énergie qu'offre la littérature américaine (voir la partie 2). Le tableau 4.1 offre une liste et une description des différentes variables de prix de l'énergie. (Voir l'annexe A pour les graphiques des différentes spécifications du prix du pétrole)

En se basant sur les travaux de Mork (1989), nous définissons une variable d'augmentations (et de diminutions) du prix de l'énergie comme étant le taux de croissance trimestriel de chacune des cinq variables décrites ci-dessus lorsqu'il est positif

(négatif) et zéro sinon. La variable o_t dans les équations 4.1 et 4.2 sera ainsi remplacée par les variables o_{1t}^+ et o_{1t}^- :

$$o_{1t}^+ = \max(0, 100 * \{\ln(o_t) - \ln(o_{t-1})\})$$
$$o_{1t}^- = \min(0, 100 * \{\ln(o_t) - \ln(o_{t-1})\})$$

Nous construisons également deux autres variables d'augmentations et de diminutions nettes du prix du pétrole basées sur Hamilton (1996). Pour la variable d'augmentations (diminutions) nettes, si le prix de l'énergie observé à un trimestre donné est supérieur (inférieur) au prix maximum (minimum) enregistré au cours des quatre derniers trimestres, on calcule le taux de croissance par rapport à ce maximum (minimum); par contre, si le prix du pétrole au trimestre *t* est inférieur (supérieur) à ce qu'il a été durant les quatre trimestres précédents, la variable prend la valeur zéro. Ces variables sont définies de la façon suivante :

$$o_{2t}^+ = \max(0, 100 * \{\ln(o_t) - \ln[\max(o_{t-1}, o_{t-2}, o_{t-3}, o_{t-4})]\})$$
$$o_{2t}^- = \min(0, 100 * \{\ln(o_t) - \ln[\min(o_{t-1}, o_{t-2}, o_{t-3}, o_{t-4})]\})$$

Nous construisons également un indice de volatilité du prix de l'énergie selon Ferderer (1996). Cependant, étant donné que nous ne possédons pas de donné quotidiennes, nous utilisons l'approche de Hooker (1997) et calculons l'écart-type des trois valeurs mensuelles des variables de prix réel de l'énergie $o_{t,m}$ dans le trimestre comme suit :

$$o_{3t} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \sum_{m=1}^{3} \left(o_{t,m} - \bar{o}_t\right)^2}$$

Finalement, en se basant sur les travaux de Lee, Ni et Ratti (1995), nous estimons un modèle GARCH(1,1) pour toutes les variables de prix de l'énergie :

$$o_t = \alpha + \sum_{j=1}^{4} \beta_j o_{t-j} + \varepsilon_t \ , \quad \varepsilon_t \mid I_t \sim N(0, h_t)$$

où $\quad h_t = \gamma_0 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_2 h_{t-1}$

et o_t est le taux de croissance de l'une ou l'autre des cinq variables de prix de l'énergie décrites plus haut. Nous calculons ensuite les résidus normalisés, c'est-à-dire les résidus de l'équation de la moyenne divisés par l'écart-type conditionnel : $o_{4t} = \hat{\varepsilon}_t / \sqrt{\hat{h}_t}$. À partir de cette variable de chocs normalisés de prix du pétrole, il nous est possible de construire deux variables supplémentaires définies comme étant respectivement la partie positive et négative de cette variable comme suit :

$$o_{4t}^{+} = \max\left(0, \hat{\varepsilon}_t / \sqrt{\hat{h}_t}\right)$$

$$o_{4t}^{-} = \min\left(0, \hat{\varepsilon}_t / \sqrt{\hat{h}_t}\right)$$

Tableau 4.1
Liste et description des variables de prix réel de l'énergie

Variable	Description
PP	Indice des prix à la production des États-Unis pour le pétrole brut, divisé par l'IPC
WP	Indice du prix du pétrole brut (WTI en SÉ.-U. par baril), divisé par l'IPC
NP	Indice du prix du gaz naturel (Henry Hub en SÉ.-U. par mmbtu), divisé par l'IPC
IW	Indice des prix de l'énergie (WP et NP) pondéré, divisé par l'IPC
IP	Indice des prix de l'énergie (PP et NP) pondéré, divisé par l'IPC
__G	Taux de croissance des variables de prix réel de l'énergie
__MI	Augmentations des prix réels de l'énergie, selon Mork (1989)
__MD	Diminutions des prix réels de l'énergie, selon Mork (1989)
__HI	Augmentations nettes des prix réels de l'énergie, selon Hamilton (1996)
__HD	Diminutions nettes des prix réels de l'énergie, selon Hamilton (1996)
__F	Volatilité des prix réels de l'énergie, selon Ferderer (1996)
__L	Chocs normalisés des prix réels de l'énergie, selon Lee, Ni et Ratti (1995)
__LI	Chocs positifs normalisés des prix réels de l'énergie, selon Lee, Ni et Ratti (1995)
__LD	Chocs négatifs normalisés des prix réels de l'énergie, selon Lee, Ni et Ratti (1995)

Variables d'activité économique au Canada

Nous utilisons deux mesures du produit intérieur brut (PIB) réel du Canada comme variable d'activité économique : le PIB réel en dollars enchaînés de 1997 et le PIB aux prix de base en dollars constants de 1997.[18] De plus, le PIB réel aux prix de base est disponible par industrie. Ainsi, afin d'approfondir notre connaissance de la relation entre l'activité économique et le prix de l'énergie au Canada, nous utilisons le PIB réel du secteur manufacturier et le PIB réel excluant le secteur de l'énergie. Toutes ces séries proviennent de la banque de données Cansim II.

Autres variables macroéconomiques

Pour les tests multivariés et l'analyse structurelle, nous utilisons certaines variables macroéconomiques importantes pour l'économie canadienne. Premièrement, nous prenons en compte l'activité économique étrangère avec le PIB réel des États-Unis, la production industrielle des États-Unis, le PIB réel des pays du G7 ou le PIB réel des pays de l'OCDE. Nous utilisons également quatre mesures de la politique monétaire : le taux d'intérêt nominal et réel à court terme (papier commercial à trois mois), un indice des conditions monétaires développé par la Banque du Canada et la courbe de rendement. D'autres variables telles que le taux de change réel Canada / États-Unis, le taux d'inflation mesuré avec l'IPC et une mesure de politique fiscale sont utilisées pour améliorer la spécification des modèles.[19]

---

[18] Ces deux séries débutent en 1981. Afin d'obtenir des séries débutant en 1961, nous appliquons les taux de croissance des séries précédentes équivalentes sur le niveau des nouvelles séries. Ainsi, pour allonger la variable de PIB réel en dollars enchaînés de 1997 (V1992067), nous utilisons le PIB aux prix du marché en dollars constants de 1997 (V1992259), et pour allonger la variable de PIB aux prix de base en dollars constants de 1997 (V2036138), nous utilisons le PIB au coût des facteurs en dollars constants de 1992 (V329529). Ces deux séries de PIB réel divergent en raison de différences méthodologiques. Le PIB réel aux prix de base représente le volume de production par industrie en prix constants, tandis que le PIB réel en dollars enchaînés représente les dépenses réelles. Cette différence méthodologique entraîne des écarts importants dans les taux de croissance de ces deux mesures. Par exemple, l'écart absolu moyen a été de 0,9 points de pourcentage (taux annuel) depuis 1981Q2, et de 1,6 points de pourcentage (taux annuel) depuis 1961Q2.

[19] Toutes les variables macroéconomiques sont testées pour la présence de racine unitaire avec le test de Dickey-Fuller augmenté (ADF). Les variables sont transformées adéquatement (taux de croissance, première différence) selon qu'elles possèdent ou non une racine unitaire. Le nombre de retards de la variable en première différence dans l'équation du test est déterminé avec la procédure Campbell-Perron. Les résultats des tests sont disponibles auprès de l'auteur.

Tableau 4.2

Liste et description des différentes variables macroéconomiques

Variable	Description
GDPUS	PIB réel des États-Unis
IPUS	Production industrielle des États-Unis
GDPG7	PIB réel des pays du G7
GDPW	PIB réel des pays de l'OCDE
CP3	Taux d'intérêt nominal du papier commercial à trois mois
RCP3	Taux d'intérêt réal du papier commercial à trois mois
DMCI	Indice des conditions monétaires
YC	Courbe de rendement
CHCPI	Inflation de l'IPC total
REXCR	Taux de change réel Canada / États-Unis
FBAL	Solde budgétaire fédéral en proportion du PIB

5. RÉSULTATS EMPIRIQUES

5.1 Tests bivariés

Les résultats des tests bivariés sont très nombreux.[20] Le tableau 5.1[21] (page 30) résume les résultats obtenus avec les différentes spécifications de prix réel du pétrole pour la période complète incluant quatre retards, le prix réel du pétrole étant celui qui donne les seuls résultats significatifs. En effet, les résultats obtenus avec les différentes spécifications de prix réel du gaz naturel ou de l'énergie (indices composites) ne montrent pas de relation significative notable. On remarque que le PIB réel en dollars enchaînés n'entretient pas de relation causale significative avec toutes les spécifications de prix réels du pétrole contrairement au PIB réel aux prix de base et aux deux autres mesures dérivées de celui-ci. Le fait que le PIB réel soit en dollars enchaînés n'est pas la cause de cette situation puisque nous obtenons une situation semblable lorsque nous utilisons le PIB réel aux prix du marché en dollars de 1997. La différence méthodologique de construction des deux séries (le PIB réel en dollars enchaînés ou aux prix du marché et le PIB réel aux prix de base) est probablement la source des différences dans les résultats. Voici les principaux résultats selon la spécification de prix de l'énergie utilisée dans l'équation 4.1. (Voir l'annexe B pour les résultats détaillés)

Niveau du prix relatif de l'énergie

Les résultats des tests bivariés montrent une relation significative et légèrement négative[22] pour la période complète entre le niveau du prix du pétrole (PP et WP) et

---

20 Pour les tests bivariés de causalité à la Granger, nous obtenons au total 2 400 statistiques F : 50 variables et spécifications de prix de l'énergie, quatre variables d'activité économique, six périodes d'estimation (62.1-01.4; 62.1-73.4; 74.1-01.4; 62.1-79.4; 80.1-89.4; 90.1-01.4) et un choix de quatre ou huit retards dans l'équation. Le nombre de retards est basé sur la littérature et est le même pour toutes les équations afin de garder une certaine cohérence dans la comparaison des résultats.

21 Les résultats du tableau 5.1 et les résultats subséquents des tests d'exclusion sont présentés sous forme de probabilité (*p-value*) de ne pas rejeter l'hypothèse nulle d'exclusion des coefficients associés aux différentes variables de prix de l'énergie. Par exemple, une probabilité de 0,05 signifie qu'il y a 5% de chance de ne pas rejeter l'hypothèse nulle d'exclusion des coefficients associés à la variable de prix de l'énergie, donc que le prix de l'énergie cause à la Granger la variable d'activité économique à un niveau de confiance de 95%.

22 Nous calculons la somme des coefficients associés à la variable de prix du pétrole pour vérifier la nature de la relation. Ces calculs ne sont pas montrés dans le texte mais sont disponibles sur demande auprès de l'auteur.

toutes les variables d'activité économique, à l'exception du PIB réel en dollars enchaînés. Cette relation significative provient principalement de la fin de la période étudiée, soit la période allant du premier trimestre 1990 au quatrième trimestre 2001 (90.1-01.4). Les résultats montrent également que le prix réel du pétrole construit avec l'indice des prix à la production (PP) a un impact négatif beaucoup plus significatif sur l'activité économique que le prix réel du pétrole construit avec le prix WTI (WP). En général, ces résultats sont robustes lorsque l'on utilise huit retards dans l'équation.[23]

Comme le montre les différents tableaux de l'annexe B, les coefficients associés à la variable de prix réel du gaz naturel ou à l'un ou l'autre des indices composites de prix de l'énergie ne sont jamais conjointement significatifs, peu importent le nombre de retards, la variable d'activité économique ou la période étudiée.

Taux de croissance du prix relatif de l'énergie

Lorsque nous utilisons le taux de croissance des prix de l'énergie, la relation négative significative est toujours présente entre le prix du pétrole et les variables d'activité économique pour la période complète, à l'exception encore une fois du PIB réel en dollars enchaînés. Pour la période 90.1-01.4, la relation est un peu moins significative avec les variables en taux de croissance qu'avec les variables en niveau, tandis qu'elle est maintenant significative sur la période 62.1-79.4. Les résultats sont généralement peu robustes au nombre de retards dans l'équation, à l'exception de la relation des années 1990 entre le prix du pétrole (WPG) et les variables d'activité économique qui demeure significative avec huit retards.

Le taux de croissance du prix réel du gaz naturel ne possède aucune information prédictive par rapport aux variables d'activité économique. Toutefois, les résultats obtenus en utilisant le taux de croissance des indices composites de prix réel de l'énergie montrent une relation négative significative avec le PIB réel aux prix de base total et le PIB réel du secteur manufacturier, provenant principalement du début de la période (62.1-79.4).

---

[23] Les résultats des tests bivariés avec huit retards sont disponibles sur demande auprès de l'auteur.

Volatilité du prix relatif de l'énergie

Selon Ferderer (1996), l'incertitude créée par les variations de prix du pétrole peut retarder les décisions d'investissements et ainsi ralentir l'activité économique. Les résultats des tests d'exclusion montrent que les variables de volatilité du prix du pétrole (PPF et WPF) causent à la Granger le PIB réel pour la période complète, suggérant ainsi que cette hypothèse est vérifiée pour l'économie canadienne.

Peu importent la période étudiée et la variable d'activité économique utilisée, la volatilité du prix du gaz naturel ne contient aucune information prédictive significative. D'autre part, les coefficients associés à la volatilité des indices de prix de l'énergie sont significatifs pour certaines sous-périodes, notamment les deux premières décennies de la période étudiée, soit 62.1-79.4.

Spécification asymétrique de Mork

Les résultats pour la période complète montrent une relation négative significative entre les hausses du prix réel du pétrole (PPMI et WPMI) et chacune des quatre variables d'activité économique. Le fait que les coefficients associés aux baisses du prix réel du pétrole (PPMD et WPMD) ne soient pas significatifs impliquent que la relation entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique au Canada est asymétrique. D'autre part, la relation entre le prix du pétrole (PPMI et PPMD) et le PIB réel en dollars enchaînés montre une asymétrie significative durant les années 1980, suggérant que les hausses de prix réel du pétrole ont un effet négatif (significatif à 90%) et que les baisses de prix réel du pétrole ont également un impact négatif (significatif à 95%). Ce phénomène est également présent entre l'indice de prix réel de l'énergie (IPMI et IPMD) et le PIB réel en dollars enchaînés durant la même période. Aucune autre variable de diminutions de prix réels de l'énergie n'est significative.

Spécification asymétrique de Hamilton

Les variables de hausses et de baisses nettes du prix réel du pétrole construites selon Hamilton (1996) corroborent la relation asymétrique trouvée en utilisant les variables de hausses et de baisses du prix réel du pétrole construites selon Mork (1989), sauf avec le

PIB réel aux prix du marché. De plus, la spécification de Hamilton nous permet de trouver une relation asymétrique pour la sous-période 90.1-01.4, ce qui n'est pas le cas avec la spécification de Mork.

Chocs normalisés du prix relatif de l'énergie

Lee, Ni et Ratti (1995) montrent pour les États-Unis que les chocs de prix du pétrole qui ont lieu dans un environnement stable (faible variance) ont un pouvoir prédictif fortement significatif sur l'activité économique. Ce résultat est également vrai pour le Canada puisque l'hypothèse d'exclusion des coefficients associés à la variable de chocs normalisés du prix réel du pétrole (PPL ou WPL) est généralement rejetée. Cette relation significative provient principalement de la fin de la période.

Les résultats obtenus lorsque nous utilisons plutôt les variables de chocs positifs et négatifs normalisés du prix réel du pétrole (PPLI et PPLD ou WPLI et WPLD) viennent soutenir la relation asymétrique trouvée précédemment avec les spécifications de Mork ou Hamilton.

Bref, les résultats des tests bivariés montrent une relation significative et légèrement négative entre le prix du pétrole et l'activité économique au Canada, notamment le PIB réel au prix de base. Cette relation est asymétrique puisque les différentes variables de diminutions de prix du pétrole ne possèdent pas d'information prédictive significative. De plus, la relation négative significative entre les hausses de prix du pétrole et l'activité économique, obtenue avec les tests bivariés, semble provenir en général de la fin de la période. Une explication possible pourrait être l'augmentation considérable du lien commercial avec les États-Unis depuis la fin des années 1980, dû en partie à l'entrée en vigueur de l'accord de libre-échange. D'un autre côté, les résultats des tests bivariés effectués avec les différentes spécifications du prix du gaz naturel et des deux indices composites de prix de l'énergie ne montrent pas de relation causale significative avec les variables d'activité économique.

Tableau 5.1

Sommaire des résultats des tests d'exclusion bivariés avec différentes spécifications du prix du pétrole pour la période complète (62.1 – 01.4)

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	PIB réel en dollars enchaînés	PIB réel aux prix de base	PIB réel du secteur manufacturier	PIB réel excluant l'énergie
Niveau				
PP	0,1227	**0,0109**	**0,0080**	**0,0186**
WP	0,2048	**0,0490**	**0,0730**	**0,0448**
Taux de croissance				
PPG	0,1392	**0,0414**	**0,0126**	**0,0478**
WPG	0,1118	**0,0565**	**0,0082**	**0,0717**
Volatilité				
PPF	**0,0012**	**0,0010**	**0,0021**	**0,0021**
WPF	**0,0180**	**0,0291**	**0,0279**	**0,0697**
Spécification de Mork				
PPMI	**0,0453**	**0,0190**	**0,0205**	**0,0386**
PPMD	0,3852	0,6504	0,7700	0,6990
WPMI	**0,0597**	**0,0174**	**0,0011**	**0,0372**
WPMD	0,3224	0,3172	0,6491	0,3317
Spécification de Hamilton				
PPHI	0,1050	**0,0216**	**0,0014**	**0,0318**
PPHD	0,1207	0,2656	0,1977	0,2881
WPHI	0,1004	**0,0620**	**0,0038**	0,1167
WPHD	**0,0955**	0,2014	0,2932	0,2553
Chocs normalisés				
PPL	**0,0134**	**0,0571**	**0,0077**	**0,0442**
WPL	0,2315	**0,0566**	**0,0309**	0,1009
Chocs normalisés (+, -)				
PPLI	**0,0914**	**0,0081**	**0,0346**	**0,0082**
PPLD	0,5535	0,8447	0,4240	0,9170
WPLI	0,2365	**0,0304**	**0,0052**	**0,0848**
WPLD	0,2327	0,1246	0,3502	0,1071

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

5.2 Tests multivariés

Les résultats des tests bivariés peuvent être contestés dans la mesure où le nombre restreint de variables explicatives peut provoquer une erreur de spécification et par conséquent invalider les résultats. Il est donc important de s'assurer que le vecteur de variables explicatives est le plus complet possible. En utilisant différentes spécifications, les tests multivariés nous aideront à vérifier la robustesse des résultats obtenus avec les tests bivariés.

Les différentes spécifications de l'équation sont construites en utilisant des variables d'activité économique étrangère, des variables de politique monétaire et d'autres variables macroéconomiques telles que l'inflation, le taux de change réel, le solde budgétaire, etc. De plus, nous nous penchons particulièrement sur les résultats des tests multivariés obtenus avec les différentes spécifications du prix réel du pétrole et le PIB réel aux prix de base en incluant quatre retards sur les variables.[24]

Le tableau 5.2 (pages 34 et 35) offre un sommaire des résultats pour la période complète. On remarque principalement que le niveau (PP), la volatilité (PPF) ainsi que les chocs normalisés positifs (PPLI) du prix réel du pétrole causent encore à la Granger le PIB réel aux prix de base, tandis que les autres spécifications de prix réel du pétrole ont en général perdu leur pouvoir prédictif en ajoutant d'autres variables explicatives dans l'équation. (Voir l'annexe C pour les résultats détaillés)

Activité économique étrangère

Pour la période complète, les résultats obtenus en incluant une variable d'activité économique étrangère dans l'équation montrent que la relation causale entre les chocs positifs normalisés de prix réel du pétrole (PPLI) et l'activité économique du Canada demeure négative et significative, mais de façon moins prononcée qu'avec les tests

[24] Afin de garder une certaine cohérence avec les tests bivariés et entre les nombreuses spécifications multivariés, nous utilisons également quatre et huit retards sur les variables pour les tests multivariés. Nous utiliserons les critères d'information habituels pour déterminer le nombre approprié de retards sur les variables du SVAR lors de l'analyse structurelle. Les résultats des tests multivariés avec huit retards et avec les différentes variables de prix du gaz naturel, de prix de l'énergie et les autres variables de PIB réel du Canada sont disponibles sur demande auprès de l'auteur.

bivariés. Par exemple, avec le PIB américain dans l'équation, la relation est trois fois moins significative que sans cette variable dans l'équation. Ce phénomène est accentué lorsque nous utilisons le PIB réel des pays du G7 ou de l'OCDE. Nous observons la même situation avec le niveau (PP) ou la volatilité (PPF) du prix réel du pétrole. Bien que la volatilité du prix réel du pétrole semble donner des résultats significatifs pour l'ensemble de la période, cette spécification de prix ne contient aucune information prédictive lorsque nous estimons sur une sous-période. D'autre part, la relation demeure asymétrique puisque les coefficients associés aux chocs négatifs normalisés de prix du pétrole (PPLD) ne sont pas significatifs.

Les autres spécifications du prix réel du pétrole (PPG, PPMI, PPHI ou PPL) perdent en général leur pouvoir prédictif lorsque l'on tient compte de l'activité économique étrangère dans l'équation. Peu importent les différentes variables macroéconomiques ajoutées par la suite dans l'équation, ces spécifications de prix réel du pétrole ne possèdent plus d'information prédictive pour la période complète.

Politique monétaire

En plus de la variable d'activité économique étrangère, nous ajoutons ensuite dans l'équation une mesure de politique monétaire, soit le taux d'intérêt nominal (CP3) ou réel (RCP3), l'indice des conditions monétaires (DMCI) ou la courbe de rendement (YC). Les résultats des tests d'exclusion effectués sur les différentes spécifications de prix réel du pétrole corroborent les résultats obtenus précédemment, c'est-à-dire que les coefficients associés à la variable de niveau (PP), de volatilité (PPF) et des chocs positifs normalisés du prix réel du pétrole (PPLI) sont plus significatifs pour l'ensemble de la période que les coefficients des autres spécifications de prix réel du pétrole. La somme des coefficients est encore légèrement négative pour la période complète. Toutefois, la significativité semble être moins évidente lorsqu'une variable monétaire est ajoutée dans l'équation, suggérant ainsi la possibilité que la politique monétaire puisse jouer un certain rôle dans la relation. La courbe de rendement est la mesure de la politique monétaire qui affaiblit le plus la relation causale entre le prix du pétrole et l'activité économique. D'autre part, l'asymétrie trouvée avec les chocs normalisés n'est pas vérifiée avec la spécification de

Hamilton (non plus avec la spécification de Mork), puisque ni les hausses nettes ni les baisses nettes ne sont trouvées significatives.

Autres variables

Les autres variables que nous introduisons à tour de rôle dans le système sont : le taux d'inflation mesuré avec l'IPC[25], le taux de change Canada / États-Unis et une mesure de politique fiscale. Les résultats obtenus précédemment pour la période complète sont robustes à l'inclusion des deux premières variables, tandis que la relation entre les chocs positifs normalisés (PPLI) et l'activité économique devient non significative lorsque l'on inclut la variable du solde budgétaire dans le système.

En bref, les résultats des tests multivariés montrent que l'inclusion de différentes variables dans les équations ne fait pas disparaître la relation causale significative entre le prix du pétrole et l'activité économique au Canada pour la période complète, lorsque l'on utilise le niveau du prix réel du pétrole (PP), la volatilité (PPF) et les chocs normalisés (PPLI). Cependant, lorsque l'on utilise le taux de croissance (PPG), la spécification asymétrique de Mork (PPMI) et celle de Hamilton (PPHI), la relation causale n'est plus significative. De plus, l'inclusion de différentes variables dans les équations ne fait pas apparaître de relation causale significative entre le prix du gaz naturel (ou les indices de prix de l'énergie) et l'activité économique du Canada.

---

[25] Nous avons également utilisé l'inflation mesurée avec l'IPC excluant les aliments et l'énergie, et les résultats se sont avérés très similaires.

Tableau 5.2

Sommaire des résultats des tests d'exclusion multivariés avec différentes spécifications du prix du pétrole pour la période complète (62.1 – 01.4)

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	Spécifications de prix réel du pétrole				
Spécification de l'équation	**PP**	**PPG**	**PPF**	**PPME**	**PPMD**
Spécification bivariée	**0,0109**	**0,0414**	**0,0012**	**0,0453**	0,3852
Act. économique étrangère					
1. GDPUS	**0,0230**	0,1594	**0,0028**	**0,0756**	0,6501
2. IPUS	**0,0157**	**0,0839**	**0,0021**	**0,0478**	0,6821
3. GDPG7	**0,0662**	0,3168	**0,0142**	0,1904	0,6975
4. GDPW	**0,0845**	0,2977	**0,0163**	0,1694	0,7420
Politique monétaire					
5. GDPUS, CP3	**0,0320**	0,1498	**0,0226**	0,1369	0,4441
6. GDPUS, RCP3	**0,0555**	**0,0898**	**0,0122**	**0,0496**	0,4479
7. GDPUS, DMCI	**0,0225**	0,1688	**0,0116**	0,1558	0,5369
8. GDPUS, YC	**0,0941**	0,1092	**0,0109**	**0,0800**	0,7889
9. IPUS, YC	**0,0683**	**0,0713**	**0,0075**	**0,0453**	0,8187
10. GDPG7, YC	0,1807	0,2425	**0,0345**	0,1621	0,7737
11. GDPW, YC	0,1890	0,2232	**0,0328**	0,1333	0,7964
Inflation					
12. GDPUS, CP3, CHCPI	**0,0359**	0,1254	**0,0268**	**0,0874**	0,4018
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	**0,0236**	0,1509	**0,0141**	0,1056	0,4904
14. GDPUS, YC, CHCPI	**0,0919**	0,1183	**0,0136**	**0,0799**	0,7777
Taux de change					
15. GDPUS, RCP3, REXCR	**0,0475**	**0,0904**	**0,0159**	**0,0602**	0,3811
16. GDPUS, DMCI, REXCR	**0,0138**	0,1498	**0,0249**	0,1554	0,3285
17. GDPUS, YC, REXCR	**0,0897**	0,1106	**0,0231**	**0,0972**	0,6008
Politique fiscale					
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0,2465	0,5608	**0,0150**	0,2326	0,6453
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0,1536	0,8211	**0,0147**	0,5436	0,7029
20. GDPUS, YC, FBAL	0,4379	0,5158	**0,0204**	0,3667	0,8797

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau 5.2 (suite)

Sommaire des résultats des tests d'exclusion multivariés avec différentes spécifications du prix du pétrole pour la période complète (62.1 – 01.4)

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	Spécifications de prix réel du pétrole (suite)				
Spécification de l'équation	**PPIII**	**PPIID**	**PPI.**	**PPI.I**	**PPI.D**
Spécification bivariée	**0,0216**	0,2656	**0,0571**	**0,0081**	0,8447
Act. économique étrangère					
1. GDPUS	0,1016	0,2442	0,1692	**0,0248**	0,8916
2. IPUS	**0,0470**	0,2573	0,1047	**0,0182**	0,8765
3. GDPG7	0,2449	0,2258	0,2905	**0,0610**	0,8851
4. GDPW	0,2613	0,2156	0,2576	**0,0525**	0,8877
Politique monétaire					
5. GDPUS, CP3	0,2380	0,2140	0,2627	**0,0289**	0,7193
6. GDPUS, RCP3	0,1276	0,2957	0,1574	**0,0129**	0,7060
7. GDPUS, DMCI	0,2314	0,1678	0,2312	**0,0262**	0,7583
8. GDPUS, YC	0,1057	0,3063	0,1908	**0,0338**	0,8048
9. IPUS, YC	**0,0431**	0,3279	0,1170	**0,0257**	0,8193
10. GDPG7, YC	0,2360	0,2395	0,2878	**0,0662**	0,8309
11. GDPW, YC	0,2135	0,2498	0,2471	**0,0565**	0,8344
Inflation					
12. GDPUS, CP3, CHCPI	0,2160	0,2405	0,2588	**0,0234**	0,6689
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	0,2180	0,1828	0,2446	**0,0225**	0,6964
14. GDPUS, YC, CHCPI	0,1101	0,2920	0,2230	**0,0419**	0,7824
Taux de change					
15. GDPUS, RCP3, REXCR	0,1975	0,2525	0,2412	**0,0167**	0,7138
16. GDPUS, DMCI, REXCR	0,3430	0,1700	0,2137	**0,0339**	0,7741
17. GDPUS, YC, REXCR	0,2136	0,2146	0,1480	**0,0457**	0,7583
Politique fiscale					
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0,5284	0,4441	0,3604	**0,0714**	0,6892
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0,7220	0,3464	0,5713	0,1366	0,7360
20. GDPUS, YC, FBAL	0,4538	0,3689	0,4045	0,1746	0,7090

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix du pétrole sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

5.3 Analyse structurelle

Afin de mieux comprendre la relation dynamique entre le prix du pétrole et l'activité économique au Canada, nous étudions plus en profondeur le modèle 14 (voir le tableau 5.2) puisqu'il s'agit d'un modèle couramment utilisé dans la littérature. Nous estimons le modèle avec les variables dans l'ordre suivant[26] : le PIB réel des États-Unis (GDPUS), le PIB réel du Canada (GDPCA), une des différentes spécifications de prix réel du pétrole, l'inflation de l'IPC (CHCPI), et la courbe de rendement (YC). Nous ferons également quelques tests de robustesse en changeant la variable de politique monétaire et en incluant le taux de change réel Canada/États-Unis dans le modèle. Le nombre de retards sur les variables du système est déterminé avec les critères d'Akaike, Schwartz, Hannan et Quinn, et deux tests de type LM sur les résidus de chacune des équations.[27] Nous estimons un VAR différent avec chacune des spécifications de prix réel du pétrole. La période d'estimation est la même que pour les tests de causalité, soit du premier trimestre 1962 au quatrième trimestre 2001. Les intervalles de confiance sont construits avec la méthode du « bootstrap » à partir de 1000 expériences de Monte Carlo avec à un niveau de confiance de 95%.[28]

---

[26] Cet ordre des variables suppose que le PIB réel des États-Unis ne réagit contemporainement qu'à ses innovations propres, que le PIB réel du Canada réagit de façon contemporaine aux innovations du PIB réel des États-Unis et aux siennes propres, que le prix du pétrole réagit de façon contemporaine aux innovations des deux variables d'activité économique et aux siennes propres, ainsi de suite.

[27] Il s'agit des tests d'autocorrélation de Breush-Godfrey et d'hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive (ARCH). Nous limitons le minimum de retards permis à deux afin d'obtenir un minimum de dynamique. Le critère d'Akaike suggère généralement huit retards alors que ceux de Schwartz et HQ sont plus restrictifs et suggèrent deux ou trois retards. Étant donné qu'avec deux retards, les résidus ne se comportent pas comme un bruit blanc et qu'avec huit retards, le système devient très lourd, nous utilisons un nombre de retards à mi-chemin, soit quatre ou cinq retards. Nous déterminons le nombre final de retards avec les tests sur les résidus afin qu'ils se comportent comme un bruit blanc.

[28] La méthode du « bootstrap » est basée sur l'estimation de la forme réduite du VAR. À l'aide des estimés obtenus et du vecteur des résidus dont on a permuté les éléments, on génère un certain nombre d'observations artificielles des variables. Cette expérience est répétée 1000 fois. Pour chaque simulation, on ré-estime le VAR avec nos variables générées artificiellement afin d'obtenir de nouveaux estimés des paramètres de la forme réduite. En prenant la représentation moyenne mobile, nous obtenons les 1000 sentiers de réponse dynamique estimés. Les bornes inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance de 95% sont les 25^{e} et 975^{e} sentiers obtenus.

Nous vérifions premièrement que les variables macroéconomiques du système réagissent adéquatement entre elles. Par exemple, suite à un choc positif sur l'économie américaine, le PIB réel du Canada augmente significativement, créant ainsi de l'inflation après quatre à cinq trimestres. Suite à ce choc positif sur l'économie, la politique monétaire devient peu à peu plus restrictive, provoquant ainsi le retour à l'équilibre du PIB réel canadien et de l'inflation. Le scénario est semblable suite à un choc positif sur l'économie canadienne. D'autre part, la courbe de rendement est la seule variable du système à réagir significativement au cours des huit premiers trimestres suivant un choc positif sur l'inflation. En effet, la politique monétaire réagit en étant plus restrictive, provoquant ainsi une légère baisse significative de la production canadienne aux alentours du huitième trimestre. Finalement, suite à un choc positive sur la courbe de rendement, le PIB réel des deux pays augmente significativement jusqu'au huitième trimestre.

Les réponses dynamiques des variables du système suite à un choc positif de prix du pétrole sont montrées aux figures 5.1 à 5.4. Nous portons une attention particulière aux réponses de l'activité économique au Canada, de l'inflation et de la politique monétaire. La figure 5.1 (à la page 39) montre la réponse dynamique du PIB réel du Canada suite à un choc de prix du pétrole selon les différentes spécifications.[29] On observe une légère diminution du PIB réel du Canada entre 0,01% et 0,05% aux alentours du quatrième trimestre suite à un choc positif de 1% du prix réel du pétrole. Cette baisse de l'activité économique canadienne est significative à un niveau de confiance de 95% aux premier et quatrième trimestres pour quatre des six spécifications de prix du pétrole, aux quatrième et cinquième trimestres pour les chocs normalisés positifs (PPLI) et du premier au sixième trimestre pour la volatilité (PPF). Pour les spécifications de prix du pétrole qui admettent une asymétrie, les chocs négatifs n'ont pas d'effet significatif sur l'activité économique canadienne.

[29] Afin d'épargner de l'espace, les résultats du VAR estimé avec les chocs normalisés du prix réel du pétrole (PPL) ne sont pas montrés.

La figure 5.2 (à la page 40) montre la réponse dynamique cumulative du PIB réel du Canada suite à un choc positif de prix réel du pétrole. On remarque que les réponses dynamiques cumulatives se ressemblent d'une spécification à l'autre à l'exception, encore une fois, de celle associée à la volatilité du prix réel du pétrole (PPF) qui montre un impact négatif cumulatif beaucoup plus fort sur l'activité économique. L'impact total d'un choc sur la volatilité du prix réel du pétrole sur l'activité économique du Canada atteint -0,18% après quatre trimestres et -0,22% après huit, tandis que l'impact se situe entre -0,02% et -0,07% après quatre trimestres et entre -0,04% et -0,10% après huit avec les autres spécifications. De plus, notons que la réponse dynamique cumulative du PIB réel des États-Unis après huit trimestres est toujours plus élevée que celle du Canada quelle que soit la spécification de prix utilisée, se situant entre -0,05% et -0,14%, soit relativement semblable aux résultats obtenus par Bernanke, Gertler et Watson (1997).

La figure 5.3 (à la page 41) montre la réponse dynamique de l'inflation de l'IPC suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications. On remarque une hausse appréciable et significative entre 0,05% et 0,10% de l'inflation suite à un choc positif de prix du pétrole et ce, pour toutes les spécifications à l'exception de la volatilité. Les réponses dynamiques de l'inflation sont en forme de cloche, atteignent leur sommet en général au quatrième trimestre et sont significatives jusqu'au sixième trimestre en moyenne. Ces résultats sont semblables lorsque l'on utilise l'inflation de l'IPC excluant les aliments et l'énergie.

La figure 5.4 (à la page 42) montre la réponse dynamique de la politique monétaire, mesurée par la courbe de rendement, suite à un choc positif de prix du pétrole selon les différentes spécifications. On remarque premièrement qu'aucun choc de prix réel du pétrole ne génère d'effet significatif sur la politique monétaire, à l'exception du choc de volatilité de prix réel du pétrole (PPF) à un niveau de confiance de 95%.

Figure 5.1
Réponse dynamique du PIB réel du Canada suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications

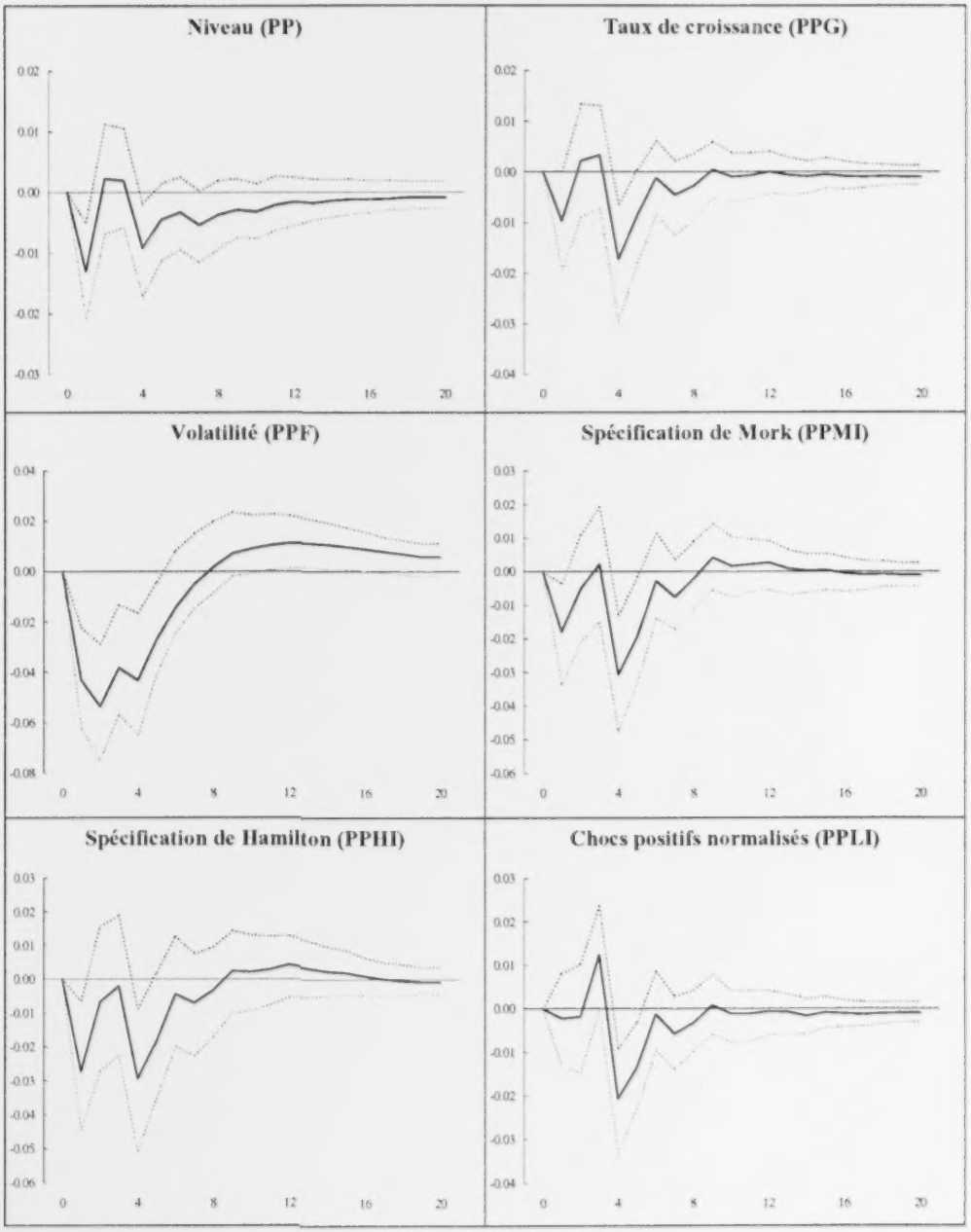


Figure 5.2

Réponse dynamique cumulative de l'activité économique à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications

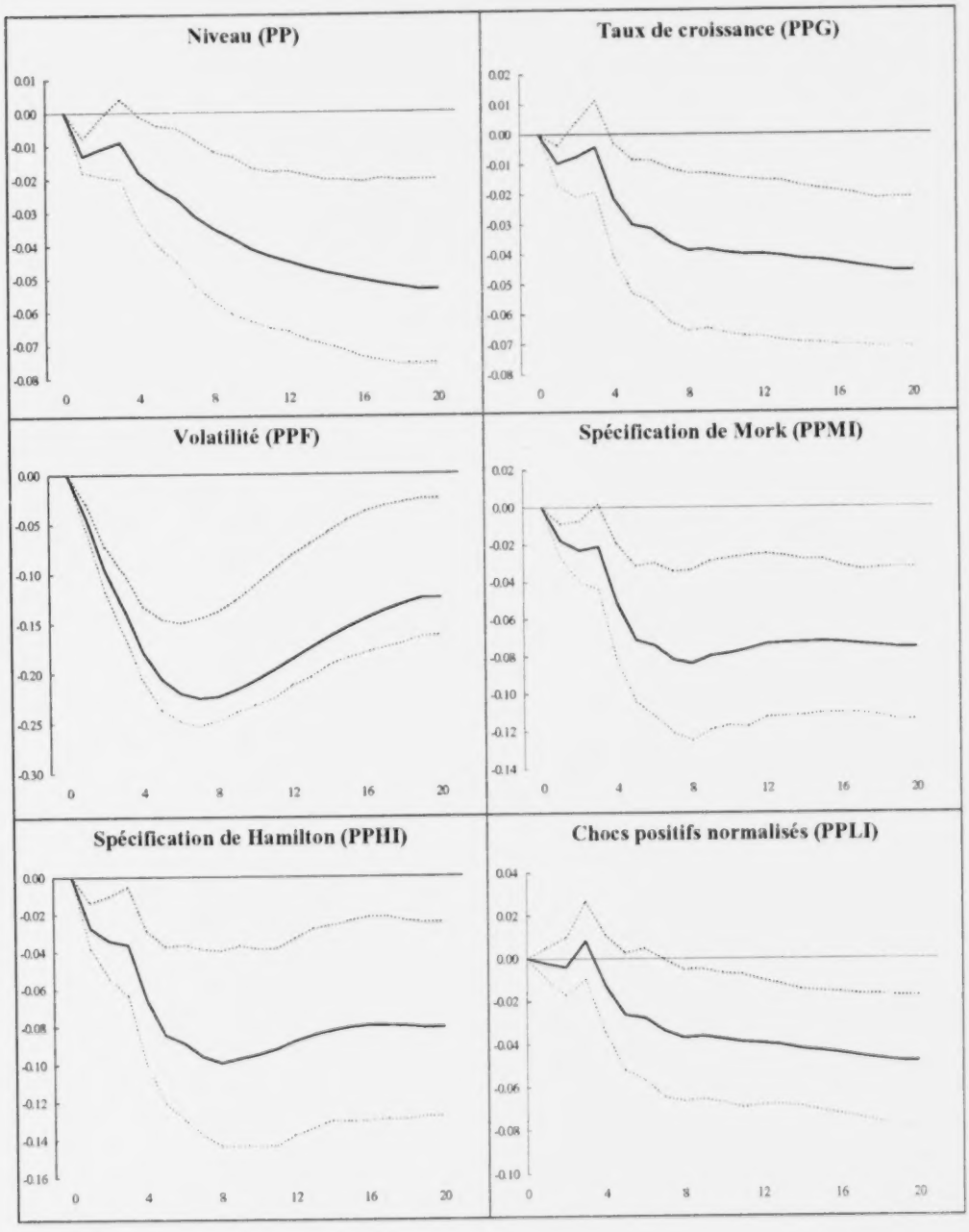


Figure 5.3
Réponse dynamique du taux d'inflation de l'IPC suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications

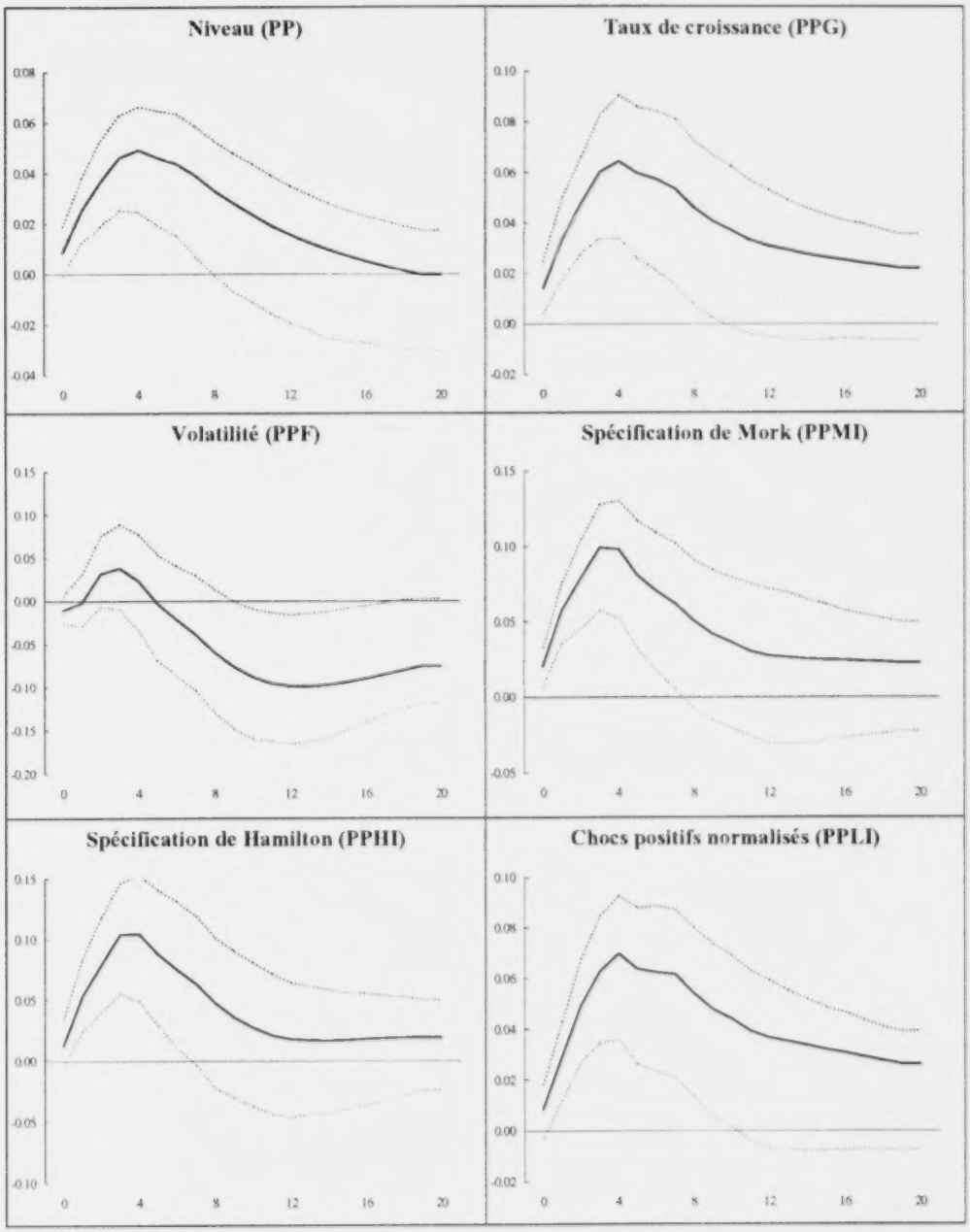
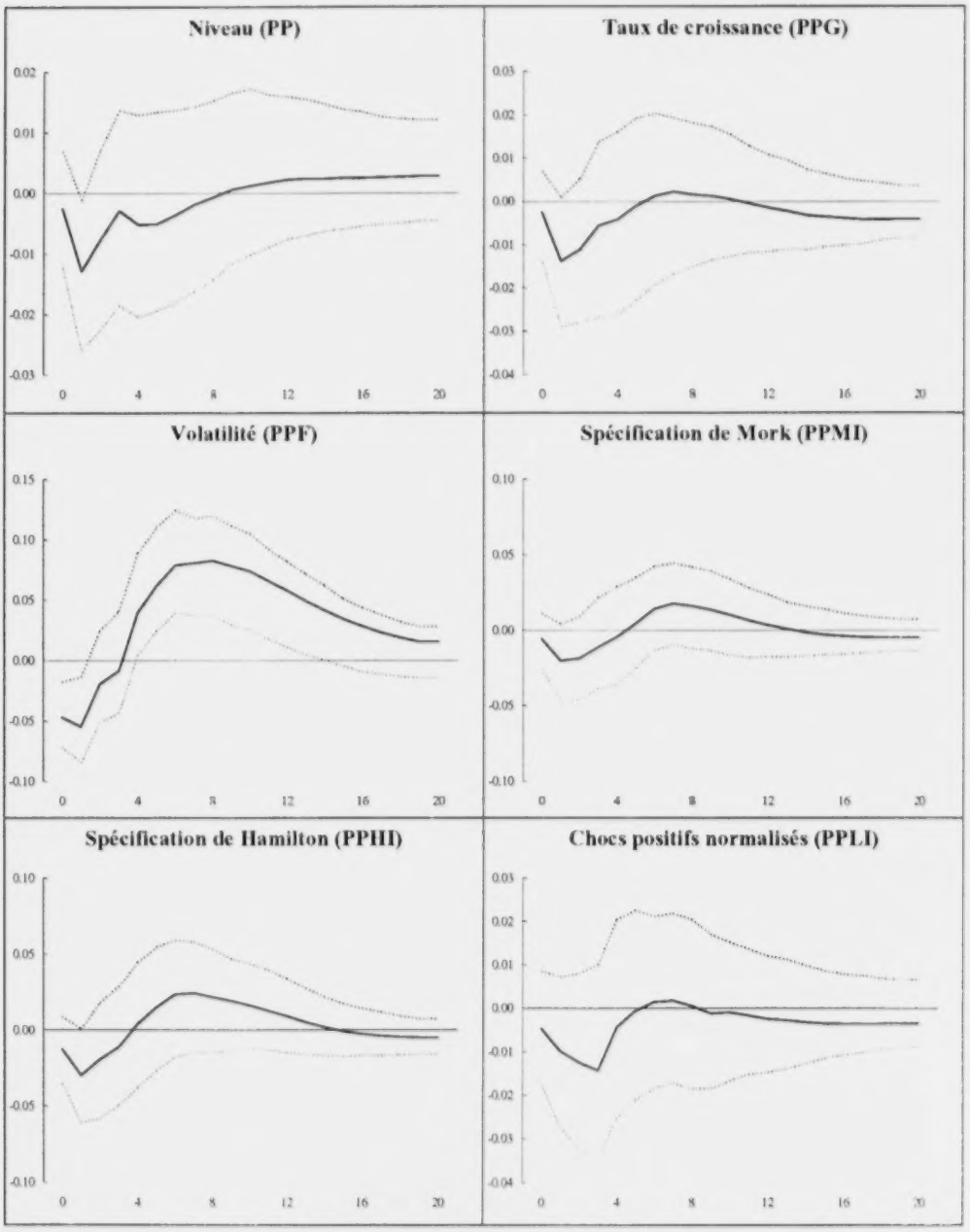


Figure 5.4

Réponse dynamique de la courbe de rendement suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications



Tests de robustesse

Le premier test de robustesse que nous effectuons est celui de changer la mesure de la politique monétaire dans les systèmes VAR afin de mieux cibler son rôle dans la relation entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique. Premièrement, notons que la réponse dynamique du PIB réel du Canada suite à un choc positif de prix réel du pétrole est robuste au changement de la mesure de la politique monétaire dans les systèmes VAR. Deuxièmement, la figure 5.5 (à la page 47) montre la réponse dynamique de la politique monétaire suite à un choc positif de prix réel du pétrole lorsqu'elle est mesurée par le taux d'intérêt réel à court terme.[30] Intuitivement, on devrait s'attendre à ce que la politique monétaire devienne restrictive en haussant le taux d'intérêt réel suite au choc inflationniste de prix du pétrole. Cependant, les réponses dynamiques ne sont pas significativement différentes de zéro, ce qui corroborent les résultats obtenus avec la courbe de rendement, impliquant ainsi que la politique monétaire joue un rôle marginal dans la relation entre le prix du pétrole et l'économie canadienne.

Le deuxième test de robustesse que nous effectuons est d'inclure le taux de change réel bilatéral entre le Canada et les États-Unis. Ici encore, la réponse dynamique de l'activité économique du Canada suite à un choc positif de prix réel du pétrole n'est pas sensible à l'inclusion d'une variable de taux de change réel dans les systèmes VAR. La figure 5.6 (à la page 48) montre la réponse dynamique du taux de change réel suite à un choc positif pétrolier selon les différentes spécifications de prix. On remarque qu'aucune spécification de prix réel du pétrole ne génère de réponse significative du taux de change réel bilatéral entre le Canada et les États-Unis.

D'autre part, le fait de changer l'ordre des variables dans le VAR n'affecte pas les résultats obtenus. Notamment dans notre modèle, l'ordre choisi des variables suppose que le prix du pétrole n'est pas exogène de façon contemporaine puisqu'il répond aux innovations de l'activité économique des États-Unis et du Canada. Lorsque le prix du pétrole est la première variable du système, c'est-à-dire qu'il est exogène de façon

[30] Lorsque l'on utilise le taux d'intérêt nominal ou l'indice des conditions monétaire pour mesurer la politique monétaire, les résultats sont relativement semblables.

contemporaine, les résultats sont semblables à ceux obtenus avec le modèle de base. Les résultats sont également robustes à d'autres scénarios quant à l'ordre des variables.

Stabilité et évolution historique de l'impact sur l'activité économique au Canada

La figure 5.7 (à la page 49) montre l'impact cumulatif d'un choc positif de prix du pétrole sur l'activité économique au Canada au cours des vingt dernières années (1983:1 à 2001:4) de l'échantillon[31]. On remarque que, peu importe la spécification de prix utilisée, l'impact dynamique cumulatif d'un choc positif de 1% du prix réel du pétrole sur l'activité économique du Canada est légèrement moins fort au cours des vingt dernières années que sur la période complète. Après huit trimestres, l'impact dynamique cumulatif se situe entre -0,03% et -0,09%. De plus, l'impact cumulatif devient en général significatif seulement après trois à six trimestres. La réponse dynamique cumulative obtenue avec les chocs positifs normalisés de prix réel du pétrole (PPLI) n'est plus significative sur la période couvrant les deux dernières décennies.[32]

La figure 5.8 (à la page 50) montre l'évolution historique de l'impact dynamique cumulatif d'un choc positif de prix réel du pétrole sur l'activité économique au Canada après huit trimestres. Nous utilisons seulement deux spécifications de prix réel du pétrole : la spécification de Hamilton (PPHI) et le niveau du prix réel du pétrole (PP), soit celles avec lesquelles nous obtenons respectivement les bornes inférieure (-0,10%) et supérieure (-0,04%) de l'impact dynamique cumulatif sur l'activité économique du Canada après huit trimestres pour la période complète. La procédure utilisée pour obtenir cette évolution historique est simple. Nous estimons premièrement le modèle avec chacune des deux spécifications de prix sur la période allant du premier trimestre de 1962 au quatrième trimestre de 1974 et nous calculons les réponses dynamiques cumulatives après huit trimestres. Nous allongeons ensuite la période d'estimation de quatre trimestres soit jusqu'au quatrième trimestre de 1975, estimons à nouveau le modèle, calculons les réponses dynamiques cumulatives et ainsi de suite jusqu'en 2001.

---

31 Le choix du sous-échantillon des vingt dernières années est motivé par notre désir d'exclure les deux chocs pétroliers des années 1970 ainsi que la récession qui a suivi le deuxième choc, et par la contrainte d'un nombre appréciable de degrés de liberté.

32 Les résultats pour les vingt premières années de l'échantillon ne sont pas présentés dans l'étude. En général, on trouve un impact cumulatif légèrement positif mais non significatif.

On remarque principalement que depuis la fin des années 1970, les réponses dynamiques cumulatives de l'activité économique au Canada après huit trimestres suite à un choc positif de prix réel du pétrole sont demeurées stables dans le temps. On remarque également un plus fort impact à partir de 1990 lorsque la spécification de Hamilton est utilisée, agrandissant ainsi la fourchette des réponses cumulatives. Cette stabilité relative au cours des 25 dernières années est toutefois précédée d'une période plutôt volatile. En effet, sur la période allant jusqu'en 1975 et 1976, les réponses dynamiques cumulatives passent d'une valeur négative (échantillon jusqu'en 1974) à des valeurs positives, suggérant ainsi que l'effet positif du premier choc pétrolier au Canada fut assez important pour modifier temporairement le signe de la réponse dynamique cumulative obtenue à partir des estimations sur la période débutant en 1962. Par la suite toutefois, l'effet négatif sur l'économie canadienne, par le biais de la demande étrangère ou tout autre mécanisme de propagation, a toujours été plus important que l'effet positif de revenu au Canada.

Bref, les résultats de l'analyse structurelle montrent qu'un choc positif de 1% du prix réel du pétrole engendre une légère baisse de l'activité économique au Canada entre 0,01% et 0,05% selon les différentes spécifications de prix. Cette réduction de la production réelle est significative à un niveau de confiance de 95% généralement aux alentours du quatrième trimestre suivant le choc. De façon cumulative et selon les différentes spécifications de prix, la réduction du PIB réel se situe entre -0,02% et -0,07% après quatre trimestres et entre -0,04% et -0,10% après huit trimestres. Cette baisse cumulative de l'activité économique au Canada est toutefois moins importante que la réduction cumulative du PIB réel aux États-Unis, laquelle se situe entre -0,05 et -0,14% après huit trimestres. Lorsque nous utilisons la variable de volatilité du prix du pétrole, l'impact sur l'activité économique est plus important et atteint 0,23% après huit trimestres. Lorsque l'on estime les modèles sur une période plus récente excluant les chocs pétroliers des années 1970, la réponse dynamique cumulative de l'activité économique suite à un choc positif de prix réel du pétrole demeure négative mais est maintenant légèrement moins forte, se situant entre -0,03% et -0,09% après huit trimestres.

L'évolution historique des réponses cumulatives après huit trimestres nous montre que l'impact est demeuré négatif et relativement stable depuis la fin des années 1970, suggérant ainsi que l'effet négatif sur l'activité économique canadienne, par le biais de la demande étrangère ou tout autre mécanisme de propagation, ait toujours été plus important que l'effet positif de revenu au Canada. De plus, il est vrai que la diminution continue de l'intensité énergétique au Canada a amoindri l'effet négatif sur l'économie provenant de la hausse des coûts de production des entreprises non-productrices d'énergie et de la baisse du revenu réel discrétionnaire des ménages. Toutefois, elle n'a probablement pas été suffisante pour contrer la hausse continue de l'effet négatif indirect de la demande étrangère[33], due principalement à l'intensification des relations commerciales avec les États-Unis. L'importance et la prédominance de l'effet négatif de demande étrangère s'expliquent facilement par le fait que plus de 70% de l'économie canadienne est concentré dans trois provinces (Ontario, Québec et Nouveau-Brunswick) qui ont un lien commercial important avec les États-Unis et qui sont des importateurs nets de pétrole.

Finalement, bien que le choc positif de prix du pétrole provoque une hausse significative de l'inflation (totale ou excluant les aliments et l'énergie), l'impact sur l'une ou l'autre des mesures de la politique monétaire n'est pas significatif, impliquant ainsi que la politique monétaire n'est pas un mécanisme de propagation des chocs pétroliers dans l'économie canadienne.

[33] En proportion du PIB, les exportations totales canadiennes sont passées de 21% en moyenne durant les années 1960 et 1970 à plus de 32% en moyenne durant les années 1980 et 1990. Elles ont atteint près de 46% en 2000.

Figure 5.5

Réponse dynamique du taux d'intérêt réel à court terme suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications

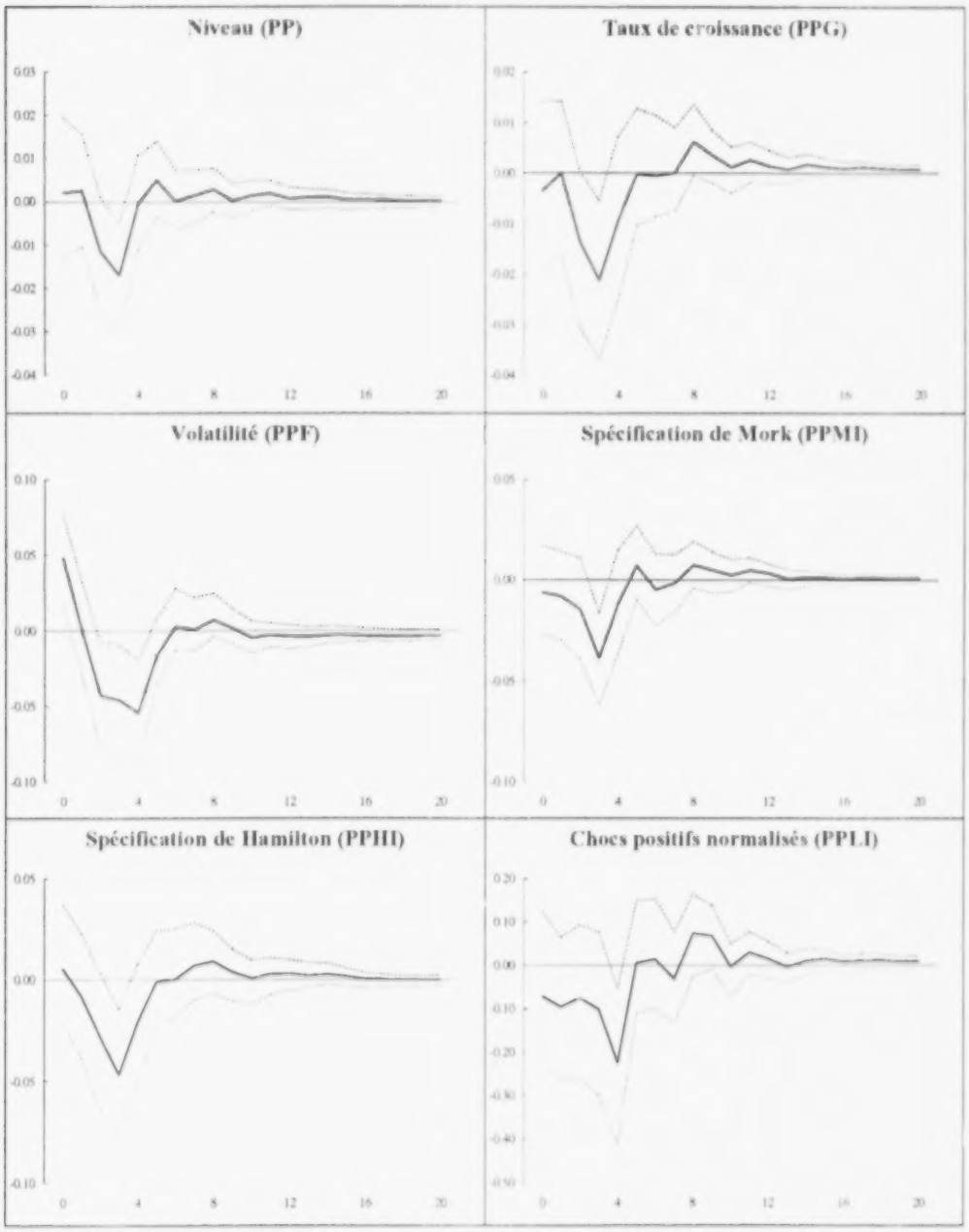


Figure 5.6

Réponse dynamique du taux de change réel Canada/États-Unis suite à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications

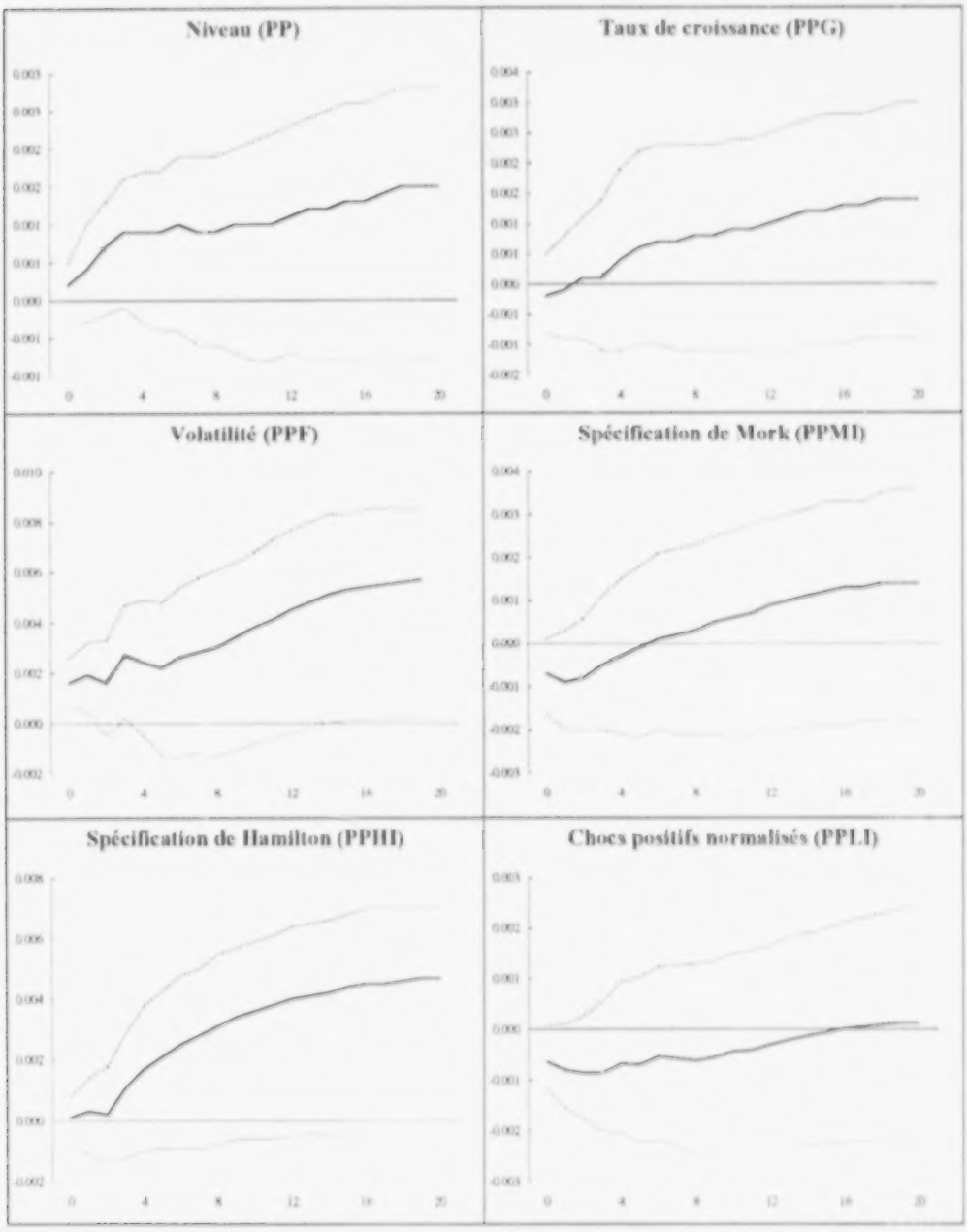


Figure 5.7

Réponse dynamique cumulative de l'activité économique à un choc positif de prix réel du pétrole selon les différentes spécifications au cours des 20 dernières années

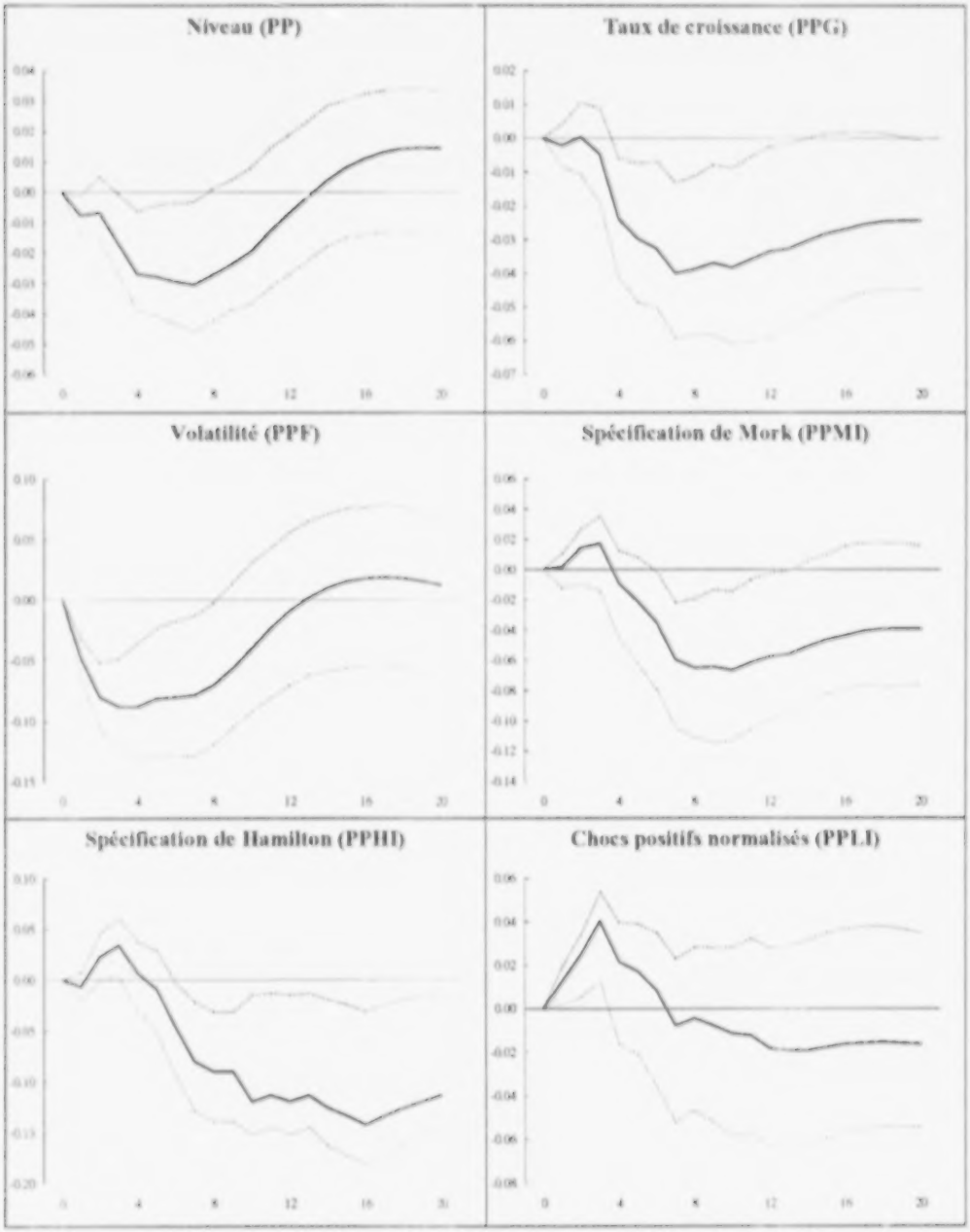
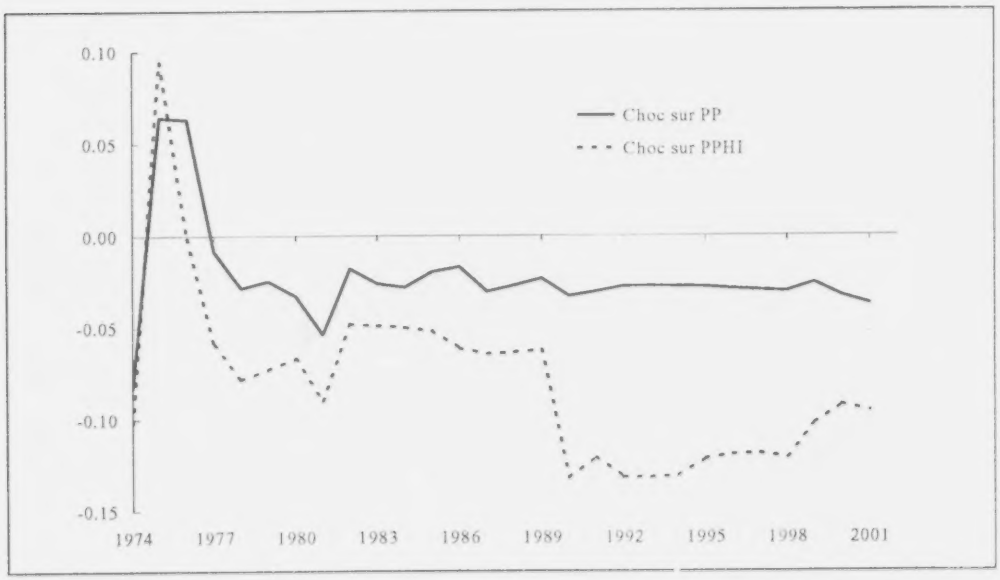


Figure 5.8

Évolution historique des réponses dynamiques cumulatives de l'activité économique au Canada après huit trimestres



6. CONCLUSION

Dans cette étude, nous évaluons la relation empirique entre les variations de prix de l'énergie et l'activité économique canadienne en reproduisant les travaux de Hamilton (1983) et des auteurs subséquents au cas du Canada. Comme variables de prix de l'énergie, nous utilisons le prix réel du pétrole et du gaz naturel (séparément et ensemble), ainsi que plusieurs transformations asymétriques et non-linéaires basées sur la littérature américaine.

Pour évaluer la présence d'une relation empirique entre l'activité économique au Canada et le prix de l'énergie, nous utilisons premièrement des tests bivariés et multivariés de causalité à la Granger. Les résultats des tests bivariés montrent la présence d'une relation négative significative entre les hausses de prix du pétrole et l'activité économique au Canada pour la période allant du premier trimestre 1962 au quatrième trimestre 2001. Cette relation est asymétrique puisque les coefficients associés aux variables de baisses de prix du pétrole ne sont pas conjointement significatifs.

Les tests multivariés corroborent ce résultat pour certaines spécifications de prix réel du pétrole seulement, notamment le niveau, la volatilité et les chocs normalisés positifs du prix réel du pétrole. De plus, l'inclusion de différentes variables dans les équations ne fait pas apparaître de relation causale significative entre le prix du gaz naturel (ou les indices de prix de l'énergie) et l'activité économique du Canada.

Nous approfondissons ensuite notre analyse en étudiant le comportement dynamique des variables d'un système vectoriel auto-régressif structurel (SVAR). Les résultats de l'analyse structurelle montrent qu'un choc positif de prix réel du pétrole (1%) engendre une légère baisse de 0,01% à 0,05% de l'activité économique au Canada. Cette réduction de la production réelle est significative à un niveau de confiance de 95% généralement aux alentours du quatrième trimestre suivant le choc. De façon cumulative et selon les différentes spécifications de prix, la réduction du PIB réel se situe entre -0,02% et -0,07% après quatre trimestres et entre -0,04% et -0,10% après huit trimestres. Cette réduction cumulative de l'activité économique au Canada est toutefois moins importante que la baisse cumulative du PIB réel aux États-Unis, laquelle se situe entre -0,05% et -0,14%.

Lorsque nous utilisons le prix réel du pétrole mesuré en dollars (WTI) au lieu d'un indice, les résultats montrent qu'une hausse de 1$ du prix réel du pétrole engendre une baisse cumulative du PIB réel de 0,05% après quatre trimestres et de 0,10% après huit trimestres.

Lorsque nous utilisons la variable de volatilité du prix réel du pétrole, l'impact sur l'activité économique est plus élevé et atteint -0,23% après huit trimestres. Lorsque l'on estime les modèles sur une période plus récente excluant les chocs pétroliers des années 1970, la réponse dynamique cumulative de l'activité économique suite à un choc positif de prix réel du pétrole (1%) demeure négative mais est maintenant légèrement moins forte, se situant entre -0,03% et -0,09% après huit trimestres.

L'évolution historique des réponses cumulatives après huit trimestres nous montre que l'impact est demeuré négatif et relativement stable depuis la fin des années 1970, suggérant ainsi que l'effet négatif sur l'activité économique canadienne, par le biais de la demande étrangère ou tout autre mécanisme de propagation, ait toujours été plus important que l'effet positif de revenu au Canada. De plus, il est vrai que la diminution continue de l'intensité énergétique au Canada a amoindri l'effet négatif sur l'économie provenant de la hausse des coûts de production des entreprises non-productrices d'énergie et de la baisse du revenu réel discrétionnaire des ménages. Toutefois, elle n'a probablement pas été suffisante pour contrer la hausse continue de l'effet négatif indirect de la demande étrangère, due principalement à l'intensification des relations commerciales avec les États-Unis. L'importance et la prédominance de l'effet négatif de demande étrangère s'expliquent facilement par le fait que plus de 70% de l'économie canadienne est concentré dans trois provinces (Ontario, Québec et Nouveau-Brunswick) qui ont un lien commercial important avec les États-Unis et qui sont des importateurs nets de pétrole. Afin de vérifier cette hypothèse, nos prochains travaux de recherche porteront sur la relation empirique entre les variations de prix du pétrole et l'activité économique régionale au Canada.

Finalement, bien que le choc positif de prix réel du pétrole provoque une hausse significative de l'inflation (totale ou excluant les aliments et l'énergie), l'impact sur l'une

ou l'autre des mesures de la politique monétaire n'est pas significatif, suggérant ainsi que la politique monétaire n'est pas un mécanisme de propagation des chocs pétroliers dans l'économie canadienne.

RÉFÉRENCES

Balke, Nathan S., Stephen P. A. Brown and Mine Yücel. "Oil Price Shocks and the U.S. Economy: Where Does the Asymmetry Originate?", *Federal Reserve Bank of Dallas, Working Paper # 99-11*, December 1999.

Barsky, Robert B. and Lutz Kilian. "Do We Really Know that Oil Caused the Great Stagflation? A Monetary Alternative", *NBER Working Paper Series* # 8389, July 2001.

Bernanke, Ben S., Mark Gertler and Mark Watson. "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1997, pp. 91-157.

Brown, Stephen P. A. and Mine K. Yücel. "Energy Prices and Aggregate Economic Activity: An Interpretative Survey", Federal Reserve Bank of Dallas, paper presented at the 76th WEIA Conference at San Francisco, July 2001.

Cross, P. (1996), "Alternative Measures of Business Cycles in Canada: 1947-1992", *Canadian Economic Observer*, February, page 3.1-3.39.

Davis, Steven J. and John Haltiwanger. "Sectoral Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes", *NBER Working Paper Series* # 7095, April 1999.

Ferderer, J. Peter. "Oil Price Volatility and the Macroeconomy", *Journal of Macroeconomics* 18, 1996, 1-16.

Hamilton, James D. "Oil and the Macroeconomy since World War II", *Journal of Political Economy*, 1983, pp. 228-47.

Hamilton, James D. "This Is What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship", *Journal of Monetary Economics*, 1996, pp. 215-20,

Hamilton, James D. "What is an Oil Shock?", *NBER Working Paper Series* # 7755, June 2000,

Hamilton, James D and Ana M. Herrara, "Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy", *UCSD Working Paper Series*, July 2001.

Hooker, Mark A. "What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship?", *Journal of Monetary Economics*, 1996, pp. 195-213.

Hooker, Mark A. "Exploring the Robustness of the Oil Price-Macroeconomy Relationship", *Federal Reserve Board, Working Paper # 97-56*, October 1997.

Hooker, Mark A. "Oil and the Macroeconomy Revisited", *Federal Reserve Board, Working Paper # 99-43*, August 1999.

Leduc, Sylvain and Keith Sill. "A Quantitative Analysis of Oil-Price Shocks, Systematic Monetary Policy, and Economic Downturns" *Federal Reserve Bank of Philadelphia, Working Paper # 01-09*, July 2001.

Lee, Kiseok, Shawn Ni and Ronald Ratti. "Oil Shocks and the Macroeconomy: The Role of Price Variability", *Energy Journal* 16, 1995, 39-56.

Mork, Knut Anton. "Oil Shocks and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results", *Journal of Political Economy* 97, 1989, 740-44.

Mork, Knut Anton. "Business Cycles and the Oil Market", *Energy Journal 15*, Special Issue, 1994, 15-38.

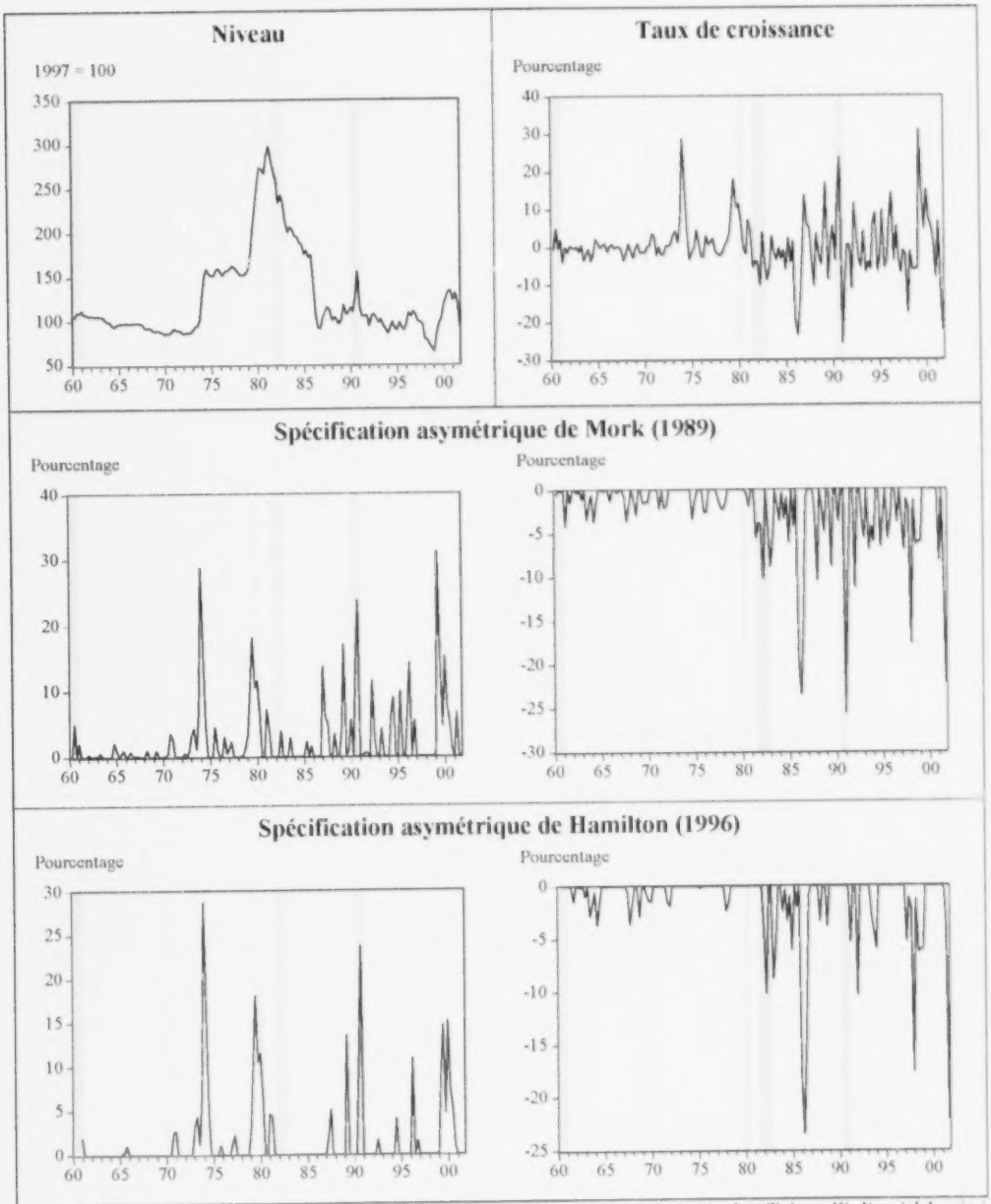
Mork, Knut Anton, Oystein Olsen and Hans Terje Mysen. "Macroeconomic Responses to Oil Price Increases and Decreases in Seven OECD Countries", *Energy Journal* 15, 1994, 19-35.

Stuber, Gerald. "The Changing Effects of Energy-Price Shocks on Economic Activity and Inflation" *Bank of Canada Review*, Summer 2001.

ANNEXE A

GRAPHIQUES DES SPÉCIFICATIONS DU PRIX DU PÉTROLE

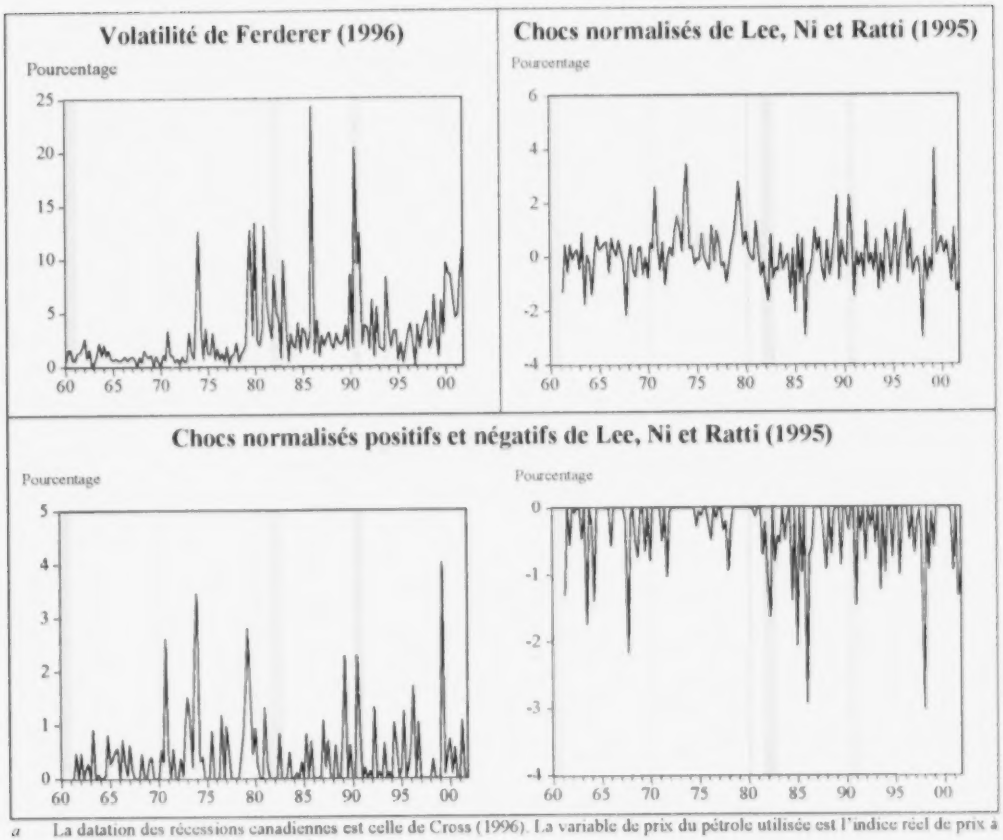
Figure A.1
Spécifications du prix du pétrole et récessions canadiennes[a]



a. La datation des récessions canadiennes est celle de Cross (1996). La variable de prix du pétrole utilisée est l'indice réel de prix à la production (IPP) pour le pétrole brut.

Figure A.1 (suite)

Spécifications du prix du pétrole et récessions canadiennes[a]



a La datation des récessions canadiennes est celle de Cross (1996). La variable de prix du pétrole utilisée est l'indice réel de prix à la production (IPP) pour le pétrole brut.

ANNEXE B

RÉSULTATS DES TESTS BIVARIÉS

Tableau B.1

Résultats des tests d'exclusion avec le niveau des prix réels de l'énergie

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PP	0.1227	0.6507	0.1119	0.2265	0.2543	**0.0209**
WP	0.2048	0.8553	0.2638	0.5027	0.3458	**0.0123**
NP	0.4975	0.2156	0.9775	0.7290	0.6420	0.9237
IW	0.2131	0.8074	0.5436	0.5763	0.4876	0.1744
IP	0.1821	0.5664	0.5212	0.3290	0.4419	0.2273
PIB réel aux prix de base						
PP	**0.0109**	0.6143	**0.0232**	0.0855	0.2463	**0.0028**
WP	**0.0490**	0.9294	0.1416	**0.0911**	0.6589	**0.0008**
NP	0.3866	0.2609	0.9226	0.4887	0.7896	0.9448
IW	**0.0835**	0.8947	0.3766	0.1104	0.7856	0.1050
IP	**0.0520**	0.5497	0.2159	0.1235	0.2800	0.2303
PIB réel du secteur manufacturier						
PP	**0.0080**	0.8225	**0.0262**	**0.0295**	0.5322	**0.0048**
WP	**0.0730**	0.3098	0.2347	0.1228	0.8929	**0.0005**
NP	0.3775	0.2669	0.5908	0.5145	0.7334	0.6478
IW	0.1153	0.3349	0.3681	0.1366	0.9027	**0.0602**
IP	**0.0239**	0.7956	0.0877	0.0375	0.6712	0.1478
PIB réel excluant l'énergie						
PP	**0.0186**	0.5731	**0.0268**	0.4104	0.2288	**0.0023**
WP	**0.0448**	0.7378	**0.0557**	0.3127	0.5931	**0.0005**
NP	0.3813	0.2100	0.8983	0.7758	0.8096	0.8929
IW	**0.0870**	0.6852	0.2070	0.3467	0.7188	**0.0756**
IP	**0.0699**	0.4837	0.1899	0.5006	0.2763	0.1762

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau B.2

Résultats des tests d'exclusion avec le taux de croissance des prix réels de l'énergie

(*p-value* des statistiques F. H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPG	0.1392	0.5720	0.1818	0.1451	0.3884	0.2252
WPG	0.1118	0.8604	0.1145	0.2259	0.3948	**0.0938**
NPG	0.9856	0.1914	0.9993	0.6448	0.4532	0.8093
IWG	0.2101	0.8210	0.2867	0.2265	0.4562	0.3598
IPG	0.3683	0.5069	0.5697	0.1656	0.5116	0.3981
PIB réel aux prix de base						
PPG	**0.0414**	0.4519	**0.0574**	**0.0314**	0.4090	0.1308
WPG	**0.0565**	0.4526	**0.0890**	**0.0186**	0.9716	**0.0331**
NPG	0.9017	0.2897	0.9661	0.4906	0.8089	0.8875
IWG	0.1175	0.4978	0.2232	**0.0149**	0.9856	0.2379
IPG	0.1812	0.4140	0.2719	**0.0272**	0.3687	0.3907
PIB réel du secteur manufacturier						
PPG	**0.0126**	0.5949	**0.0325**	**0.0020**	0.6483	0.3971
WPG	**0.0082**	0.2683	**0.0258**	**0.0016**	0.9665	**0.0880**
NPG	0.6730	0.2335	0.7730	0.1018	0.7194	0.7636
IWG	**0.0411**	0.3256	0.1085	**0.0017**	0.8894	0.5182
IPG	**0.0522**	0.6260	0.1138	**0.0045**	0.7520	0.6159
PIB réel excluant l'énergie						
PPG	**0.0478**	0.3819	**0.0527**	0.0820	0.3960	0.1441
WPG	**0.0717**	0.5077	**0.0434**	0.1045	0.9140	**0.0318**
NPG	0.9153	0.3666	0.9577	0.8307	0.8445	0.8168
IWG	0.1639	0.5217	0.1615	0.1007	0.9593	0.2151
IPG	0.1994	0.3344	0.2485	0.1050	0.3959	0.3450

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau B.3

Résultats des tests d'exclusion avec la volatilité des prix réels de l'énergie

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPF	**0.0012**	0.6928	**0.0061**	0.2337	**0.0148**	0.3176
WPF	**0.0180**	0.3877	0.2479	0.2026	**0.0929**	**0.0862**
NPF	0.7589	0.4556	0.9347	0.4158	0.6508	0.8706
IWF	**0.0271**	0.3591	0.2848	0.2492	**0.0960**	0.4676
IPF	**0.0873**	0.6916	0.1413	0.1568	**0.0169**	0.8887
PIB réel aux prix de base						
PPF	**0.0010**	0.8495	**0.0258**	**0.0382**	0.3562	0.1570
WPF	**0.0291**	0.8643	0.4048	**0.0334**	0.7256	**0.0405**
NPF	0.6650	0.5039	0.9144	0.4923	0.9507	0.6926
IWF	**0.0288**	0.9013	0.3639	**0.0436**	0.7518	0.6359
IPF	**0.0609**	0.8067	0.3282	**0.0205**	0.3821	0.9030
PIB réel du secteur manufacturier						
PPF	**0.0021**	0.6736	**0.0138**	**0.0113**	0.1337	0.4700
WPF	**0.0279**	0.9523	0.1426	**0.0080**	0.5694	0.2135
NPF	0.2685	0.3954	0.3945	0.4101	0.9206	0.3328
IWF	**0.0791**	0.9414	0.3606	**0.0099**	0.5555	0.7887
IPF	0.1220	0.6476	0.3270	**0.0120**	0.1448	0.5537
PIB réel excluant l'énergie						
PPF	**0.0021**	0.6613	**0.0327**	0.2177	0.3802	0.1205
WPF	**0.0697**	0.9151	0.5052	0.1587	0.6856	**0.0348**
NPF	0.6444	0.6902	0.8957	0.6770	0.9485	0.6982
IWF	**0.0555**	0.9344	0.4205	0.1772	0.7185	0.6442
IPF	**0.0766**	0.6123	0.3409	0.1782	0.3963	0.8876

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.

Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau B.4

Résultats des tests d'exclusion avec la spécification asymétrique selon Mork

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPMI	**0.0453**	0.2678	0.2072	0.1475	**0.0975**	0.1073
PPMD	0.3852	0.8474	0.4006	0.8386	**0.0471**	0.1566
WPMI	**0.0597**	0.3918	0.3506	0.2156	0.8178	0.2402
WPMD	0.3224	0.8958	0.5313	0.7726	0.2951	0.8212
NPMI	0.8450	0.1866	0.9827	0.5579	0.4936	0.6862
NPMD	0.9054	0.4870	0.9021	0.9572	0.4554	0.7360
IWMI	0.1087	0.3334	0.4865	0.2074	0.7827	0.8734
IWMD	0.4210	0.8473	0.7479	0.7880	0.2759	0.5723
IPMI	0.1055	0.2630	0.3749	0.1670	**0.0130**	0.1940
IPMD	0.3960	0.8906	0.3761	0.9723	**0.0228**	0.1815
PIB réel aux prix de base						
PPMI	**0.0190**	0.1560	0.1666	**0.0334**	0.4161	0.1178
PPMD	0.6504	0.6533	0.6289	0.9541	0.2963	0.1969
WPMI	**0.0174**	0.9095	0.1846	**0.0372**	0.7226	0.1262
WPMD	0.3172	0.8407	0.5202	0.5666	0.6032	0.6826
NPMI	0.8705	0.2418	0.9926	0.4391	0.9418	0.7601
NPMD	0.8724	0.4674	0.8086	0.5088	0.9274	0.4513
IWMI	**0.0295**	0.9150	0.2377	**0.0366**	0.7051	0.5384
IWMD	0.2842	0.8789	0.4731	0.4013	0.5992	0.4008
IPMI	**0.0795**	0.1350	0.3603	**0.0349**	0.1575	0.5064
IPMD	0.6300	0.6751	0.5640	0.9475	0.2105	0.5024
PIB réel du secteur manufacturier						
PPMI	**0.0205**	0.8437	0.1634	**0.0161**	0.1043	0.6408
PPMD	0.7700	0.5163	0.6595	0.7255	0.3979	**0.0934**
WPMI	**0.0011**	0.5921	**0.0114**	**0.0063**	0.5579	**0.0558**
WPMD	0.6491	0.8651	0.7061	0.9177	0.8040	0.6789
NPMI	0.8048	0.8340	0.8979	0.1041	0.9594	0.9022
NPMD	0.8764	0.4827	0.8580	0.5355	0.8596	0.8651
IWMI	**0.0086**	0.6058	**0.0588**	**0.0052**	0.4967	0.6611
IWMD	0.4210	0.9022	0.5012	0.7768	0.8829	0.4783
IPMI	**0.0627**	0.8343	0.2875	**0.0188**	**0.0117**	0.9972
IPMD	0.6831	0.6480	0.6587	0.6450	0.2300	0.6431
PIB réel excluant l'énergie						
PPMI	**0.0386**	0.1476	0.1797	0.1124	0.4191	0.1558
PPMD	0.6990	0.6644	0.6754	0.8776	0.2790	0.1554
WPMI	**0.0372**	0.9761	0.1434	0.1610	0.6503	0.1882
WPMD	0.3317	0.7814	0.4572	0.5808	0.5430	0.6475
NPMI	0.8670	0.3246	0.9688	0.6450	0.9654	0.6597
NPMD	0.8133	0.5962	0.8059	0.6546	0.9146	0.3584
IWMI	**0.0568**	0.9651	0.2096	0.1477	0.6186	0.6877
IWMD	0.2818	0.8240	0.4487	0.3878	0.5386	0.4050
IPMI	0.1291	0.1142	0.3594	0.1138	0.1532	0.5085
IPMD	0.6807	0.6842	0.6640	0.7762	0.2092	0.4811

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%

Tableau B.5

Résultats des tests d'exclusion avec la spécification asymétrique selon Hamilton

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPHI	0.1050	0.2536	0.3262	0.3403	0.2203	**0.0874**
PPHD	0.1207	0.9348	**0.0447**	0.9399	0.1657	0.3660
WPHI	0.1004	0.3608	0.4081	0.1932	0.7378	0.2144
WPHD	**0.0955**	**0.0403**	**0.0736**	**0.0230**	0.1963	0.6845
NPHI	0.8429	0.1536	0.8259	0.7433	0.1704	0.8411
NPHD	0.7254	0.9840	0.3539	0.9400	0.6009	**0.0445**
IWHI	0.1114	0.2958	0.4252	0.2310	0.8011	0.2856
IWHD	**0.0498**	**0.0322**	**0.0387**	**0.0091**	0.2228	0.6521
IPHI	0.1494	0.3250	0.4530	0.2525	**0.0927**	0.1030
IPHD	0.1464	0.9535	**0.0778**	0.9382	0.1995	0.7015
PIB réel aux prix de base						
PPHI	**0.0216**	0.2040	0.1102	**0.0953**	0.7773	**0.0085**
PPHD	0.2656	0.6284	0.1172	0.9007	0.4057	0.4195
WPHI	**0.0620**	0.5175	0.3746	**0.0243**	0.4737	**0.0075**
WPHD	0.2014	0.1885	0.2555	0.2214	0.5501	0.4019
NPHI	0.8043	0.1330	0.9354	0.5902	0.3138	0.8750
NPHD	0.4846	0.7230	0.4254	0.5394	0.9398	**0.0491**
IWHI	**0.0573**	0.5786	0.3021	**0.0459**	0.5119	0.1696
IWHD	0.1184	0.1885	0.1430	0.1627	0.5699	0.3002
IPHI	**0.0456**	0.2364	0.1888	**0.0513**	0.6242	**0.0812**
IPHD	0.3138	0.7195	0.1817	0.9544	0.4021	0.7167
PIB réel du secteur manufacturier						
PPHI	**0.0014**	0.9176	**0.0114**	**0.0165**	0.5261	**0.0942**
PPHD	0.1977	0.5755	0.1189	0.7749	0.7252	**0.0820**
WPHI	**0.0038**	0.4829	**0.0305**	**0.0024**	**0.0248**	**0.0046**
WPHD	0.2932	0.2795	0.3429	0.1772	0.6876	**0.0485**
NPHI	0.3266	0.2611	0.4600	0.1433	0.1051	0.4787
NPHD	0.4067	0.9620	0.4971	0.9708	0.7331	**0.0397**
IWHI	**0.0056**	0.5252	**0.0310**	**0.0071**	**0.0421**	0.3593
IWHD	0.2699	0.3102	0.3033	0.1298	0.7382	0.1277
IPHI	**0.0025**	0.8784	**0.0152**	**0.0093**	0.2828	0.1820
IPHD	0.2739	0.7877	0.2135	0.7085	0.7180	0.2376
PIB réel excluant l'énergie						
PPHI	**0.0318**	0.1086	**0.0865**	0.1889	0.7381	**0.0132**
PPHD	0.2881	0.5984	0.1352	0.8981	0.3774	0.4624
WPHI	0.1167	0.6708	0.2803	**0.0951**	0.4546	**0.0112**
WPHD	0.2553	0.1116	0.2444	**0.0927**	0.5468	0.4433
NPHI	0.8193	**0.0726**	0.8914	0.7930	0.3826	0.8496
NPHD	0.4180	0.8310	0.3753	0.7039	0.9341	**0.0307**
IWHI	0.1073	0.6929	0.2345	0.1270	0.4854	0.1598
IWHD	0.1543	0.1047	0.1406	**0.0582**	0.5712	0.3000
IPHI	**0.0692**	0.1198	0.1543	0.1531	0.6127	**0.0812**
IPHD	0.3305	0.6773	0.1965	0.8941	0.3818	0.7062

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau B.6

Résultats des tests d'exclusion avec les chocs normalisés des prix réels de l'énergie

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPL	**0.0134**	0.6753	**0.0055**	0.2869	0.1452	0.1315
WPL	0.2315	0.7720	**0.0361**	0.8016	0.1765	**0.0732**
NPL	0.9997	0.5596	0.9012	0.9904	0.6736	0.3513
IWL	0.2928	0.7243	0.1223	0.6661	0.1473	0.2069
IPL	**0.0936**	0.6975	0.0607	0.5417	0.2778	0.2631
PIB réel aux prix de base						
PPL	**0.0571**	0.8157	**0.0379**	0.4028	0.5063	**0.0917**
WPL	**0.0566**	0.8281	**0.0715**	**0.0772**	0.6713	**0.0258**
NPL	0.8573	0.7732	0.8410	0.9025	0.7544	0.4958
IWL	0.1162	0.6874	0.2074	**0.0415**	0.6790	0.1927
IPL	**0.0873**	0.7512	**0.0631**	0.3644	0.4604	0.2666
PIB réel du secteur manufacturier						
PPL	**0.0077**	0.3759	**0.0180**	**0.0229**	0.2329	0.7448
WPL	**0.0309**	0.4254	**0.0593**	**0.0179**	0.8737	0.2049
NPL	0.8936	0.6214	0.8212	0.7882	0.7099	0.5568
IWL	0.1373	0.5067	0.2750	**0.0081**	0.9361	0.7092
IPL	**0.0673**	0.3506	0.1002	**0.0208**	0.6357	0.8941
PIB réel excluant l'énergie						
PPL	**0.0442**	0.6739	**0.0415**	0.4244	0.5054	0.1255
WPL	0.1009	0.7372	**0.0512**	0.2483	0.5719	**0.0276**
NPL	0.8221	0.7147	0.8905	0.9772	0.6808	0.4037
IWL	0.1874	0.6349	0.1828	0.1879	0.6334	0.1906
IPL	**0.0597**	0.5556	**0.0585**	0.3917	0.4920	0.2919

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.

Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

Tableau B.7

Résultats des tests d'exclusion avec les chocs (+, -) normalisés des prix réels de l'énergie

(*p-value* des statistiques *F*, H_0 : le prix de l'énergie ne cause pas à la Granger l'activité économique)

	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
PIB réel aux prix du marché						
PPLI	**0.0914**	0.2920	0.1407	0.2625	0.3866	**0.0344**
PPLD	0.5535	0.6560	0.1698	0.9249	**0.0962**	**0.0955**
WPLI	0.2365	0.6842	0.4151	0.5004	0.8090	0.4061
WPLD	0.2327	0.6521	0.1077	0.2829	0.1061	0.8048
NPLI	0.9075	0.9484	0.7110	0.7163	0.7889	0.2085
NPLD	0.8201	0.7829	0.5512	0.4171	0.6871	0.3051
IWLI	0.2171	0.6493	0.5329	0.3975	0.7488	0.7032
IWLD	0.1845	0.9308	0.1901	0.3294	**0.0939**	0.2692
IPLI	0.1011	0.3354	**0.0897**	0.3760	0.4027	0.2403
IPLD	0.6117	0.6352	0.2919	0.9530	0.4164	0.2968
PIB réel aux prix de base						
PPLI	**0.0081**	0.7291	**0.0140**	0.1733	0.4899	**0.0061**
PPLD	0.8447	0.8118	0.3039	0.8652	0.6432	0.1591
WPLI	**0.0304**	0.7822	0.2255	0.1168	0.9281	0.1751
WPLD	0.1246	0.7210	0.2284	0.6547	0.5563	0.4767
NPLI	0.6181	0.2350	0.6785	0.1535	0.7530	0.6036
NPLD	0.3586	0.2735	0.1965	0.4018	0.3921	0.1472
IWLI	**0.0420**	0.9109	0.3127	**0.0673**	0.9317	0.2608
IWLD	**0.0626**	0.8789	0.1469	0.5919	0.4866	**0.0555**
IPLI	**0.0031**	0.6880	**0.0057**	0.1809	0.2718	**0.0992**
IPLD	0.3348	0.8923	**0.0810**	0.9563	0.5108	0.2541
PIB réel du secteur manufacturier						
PPLI	**0.0346**	0.6877	**0.0405**	0.1512	0.2280	0.2098
PPLD	0.4240	0.2194	0.1316	0.7387	0.3848	**0.0698**
WPLI	**0.0052**	0.2035	**0.0442**	**0.0747**	0.6276	0.1896
WPLD	0.3502	0.6188	0.4686	0.5985	0.7469	0.6065
NPLI	0.8105	0.4926	0.5166	0.2501	0.7694	0.6766
NPLD	0.9024	0.2763	0.8087	0.2631	0.8873	0.4932
IWLI	**0.0240**	0.3414	0.1624	**0.0395**	0.7082	0.7816
IWLD	0.1580	0.8177	0.2501	0.6530	0.7697	0.2540
IPLI	0.1180	0.7134	0.1508	0.1518	0.6128	0.7996
IPLD	0.2357	0.2702	0.1174	0.4594	0.6228	0.2579
PIB réel excluant l'énergie						
PPLI	**0.0082**	0.5919	**0.0126**	0.2483	0.5543	**0.0104**
PPLD	0.9170	0.8160	0.4161	0.9321	0.6851	0.1549
WPLI	**0.0848**	0.8674	0.2229	0.2863	0.8806	0.2420
WPLD	0.1071	0.6570	0.1319	0.5246	0.4396	0.3856
NPLI	0.8130	0.2553	0.8616	0.4087	0.7533	0.5774
NPLD	0.4161	0.5316	0.2759	0.5653	0.3732	0.1385
IWLI	**0.0984**	0.9566	0.2894	0.2335	0.8915	0.3848
IWLD	**0.0504**	0.8303	**0.0890**	0.4171	0.4071	**0.0586**
IPLI	**0.0051**	0.5966	**0.0069**	0.3197	0.2724	0.1212
IPLD	0.4588	0.8726	0.1622	0.9187	0.5934	0.2573

Zone ombragée : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 95%.
Caractère gras : les coefficients associés à la variable de prix de l'énergie sont conjointement significatifs à un niveau de 90%.

ANNEXE C

RÉSULTATS DES TESTS MULTIVARIÉS

Tableau C.1

Résultats des tests d'exclusion avec le niveau du prix réel du pétrole

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	**0.0230**	0.4739	0.1386	0.1495	0.6140	**0.0060**
2. IPUS	**0.0157**	0.6324	**0.0398**	0.1002	0.3075	**0.0088**
3. GDPG7	**0.0662**	0.6022	0.1481	0.4034	0.1816	**0.0138**
4. GDPW	**0.0845**	0.5540	0.1569	0.5071	0.1610	**0.0225**
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	**0.0320**	0.4988	0.0467	0.2669	0.0561	**0.0015**
6. GDPUS, RCP3	**0.0555**	0.6212	**0.0970**	0.2405	0.1616	**0.0059**
7. GDPUS, DMCI	**0.0225**	0.3924	**0.0746**	0.1574	0.1205	**0.0057**
8. GDPUS, YC	**0.0941**	0.5244	0.1022	0.5804	0.1291	**0.0041**
9. IPUS, YC	**0.0683**	0.5886	0.0415	0.5251	0.0559	**0.0040**
10. GDPG7, YC	0.1807	0.5346	0.1147	0.8158	0.1234	**0.0084**
11. GDPW, YC	0.1890	0.4794	0.1256	0.8738	0.1046	**0.0165**
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	**0.0359**	0.5444	**0.0543**	0.6519	**0.0933**	**0.0322**
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	**0.0236**	0.3962	**0.0638**	0.5977	0.1815	**0.0338**
14. GDPUS, YC, CHCPI	**0.0919**	0.5764	0.1062	0.6357	0.0757	**0.0523**
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	**0.0475**	0.6374	**0.0930**	0.6417	0.2070	**0.0130**
16. GDPUS, DMCI, REXCR	**0.0138**	0.5764	**0.0301**	0.5574	**0.0577**	**0.0049**
17. GDPUS, YC, REXCR	**0.0897**	0.6028	**0.0849**	0.7115	**0.0955**	**0.0107**
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0.2465	0.8904	0.3116	0.2586	0.5504	**0.0353**
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.1536	0.7906	0.3350	0.1523	0.4893	**0.0416**
20. GDPUS, YC, FBAL	0.4379	0.8799	0.3851	0.5115	0.5868	**0.0216**

Tableau C.2

Résultats des tests d'exclusion avec le taux de croissance du prix réel du pétrole

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	0.1594	0.4605	0.3246	0.2721	0.8257	0.2510
2. IPUS	**0.0839**	0.5280	**0.0833**	0.1766	0.5618	**0.0676**
3. GDPG7	0.3168	0.5488	0.3718	0.5132	0.3598	0.3984
4. GDPW	0.2977	0.5075	0.3430	0.5834	0.3202	0.4825
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	0.1498	0.5005	0.1835	0.3678	0.2752	0.1613
6. GDPUS, RCP3	**0.0898**	0.5513	0.1331	0.3476	0.2578	**0.0526**
7. GDPUS, DMCI	0.1688	0.4569	0.2637	0.2956	0.4097	0.3654
8. GDPUS, YC	0.1092	0.4791	0.1984	0.5823	0.3051	0.2508
9. IPUS, YC	**0.0713**	0.5712	0.0765	0.4506	0.1447	0.0366
10. GDPG7, YC	0.2425	0.4656	0.2207	0.7576	0.2525	0.2848
11. GDPW, YC	0.2232	0.4200	0.2048	0.7824	0.2287	0.3614
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	0.1254	0.4950	0.1621	0.6497	0.3088	0.4579
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	0.1509	0.4403	0.2489	0.7614	0.4447	0.5044
14. GDPUS, YC, CHCPI	0.1183	0.5340	0.1940	0.7812	0.3355	0.5087
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCP	**0.0904**	0.6224	0.1342	0.6355	0.3153	0.1256
16. GDPUS, DMCI, REXCR	0.1498	0.5385	0.1588	0.7373	0.3104	0.2741
17. GDPUS, YC, REXCR	0.1106	0.6127	0.1671	0.7233	0.2697	0.3160
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0.5608	0.9085	0.5146	0.4132	0.7484	0.2256
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.8211	0.8109	0.8504	0.4458	0.9101	0.8374
20. GDPUS, YC, FBAL	0.5158	0.9714	0.5823	0.6809	0.8670	0.7083

Tableau C.3

Résultats des tests d'exclusion avec la volatilité du prix réel du pétrole

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	**0.0028**	0.7139	**0.0645**	0.1741	0.4133	0.2127
2. IPUS	**0.0021**	0.2468	**0.0370**	**0.0999**	0.4962	0.6176
3. GDPG7	**0.0142**	0.2714	**0.0893**	0.2915	0.3038	**0.0706**
4. GDPW	**0.0163**	0.3064	**0.0858**	0.3432	0.2893	0.1226
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	**0.0226**	0.7476	0.1764	0.2047	0.4964	**0.0576**
6. GDPUS, RCP3	**0.0122**	0.7059	0.1488	0.1580	0.4894	0.3409
7. GDPUS, DMCI	**0.0116**	0.7275	0.1293	0.1454	0.3499	**0.0682**
8. GDPUS, YC	**0.0109**	0.8124	**0.0758**	0.3475	0.2839	0.1083
9. IPUS, YC	**0.0075**	0.3360	0.0414	0.2629	0.3399	0.5919
10. GDPG7, YC	**0.0345**	0.3657	0.1137	0.3886	0.3241	**0.0403**
11. GDPW, YC	**0.0328**	0.4380	0.1037	0.4242	0.3025	**0.0855**
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	**0.0268**	0.7387	0.1974	0.4257	0.5174	**0.0367**
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	**0.0141**	0.6337	0.1382	0.4288	0.3533	0.0577
14. GDPUS, YC, CHCPI	**0.0136**	0.7719	0.0814	0.5045	0.3627	0.1223
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	**0.0159**	0.3731	0.1195	0.3721	0.4236	0.1786
16. GDPUS, DMCI, REXCR	**0.0249**	0.5368	0.1329	0.4606	0.3645	**0.0947**
17. GDPUS, YC, REXCR	**0.0231**	0.4620	**0.0646**	0.5551	0.2549	0.1920
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	**0.0150**	0.8761	0.1454	**0.0808**	0.6451	0.7126
19. GDPUS, DMCI, FBAL	**0.0147**	0.8635	0.1279	0.1057	0.5194	0.4283
20. GDPUS, YC, FBAL	**0.0204**	0.9785	**0.0903**	0.2851	0.4788	0.5198

Tableau C.4

Résultats des tests d'exclusion avec la spécification asymétrique selon Mork

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	**0.0756**	**0.0138**	0.3218	0.1783	0.4495	0.1589
	0.6501	**0.0514**	0.7513	0.8552	0.6139	**0.0932**
2. IPUS	**0.0478**	0.1095	0.2326	0.1618	0.4823	**0.0665**
	0.6821	0.4478	0.5803	0.9692	0.4353	0.2221
3. GDPG7	0.1904	**0.0381**	0.4306	0.3286	0.6133	**0.0710**
	0.6975	0.2358	0.6990	0.9330	0.5849	0.1842
4. GDPW	0.1694	**0.0478**	0.3902	0.4091	0.5933	**0.0966**
	0.7420	0.2915	0.7354	0.9472	0.5734	0.2415
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	0.1369	**0.0108**	0.2134	0.2244	0.3982	0.2461
	0.4441	**0.0822**	0.6321	0.9285	0.6172	**0.0579**
6. GDPUS, RCP3	**0.0496**	**0.0166**	0.1435	0.2118	0.6340	0.1556
	0.4479	0.1669	0.5469	0.9237	0.5553	**0.0685**
7. GDPUS, DMCI	0.1558	**0.0056**	0.2537	0.1859	0.3197	**0.0273**
	0.5369	**0.0627**	0.6579	0.9084	0.5231	**0.0745**
8. GDPUS, YC	**0.0800**	**0.0225**	0.2876	0.4775	0.6058	**0.0929**
	0.7889	**0.0877**	0.7806	0.9450	0.6458	0.2787
9. IPUS, YC	**0.0453**	**0.0767**	0.2086	0.4545	0.7046	**0.0188**
	0.8187	0.3696	0.6334	0.9907	0.3380	0.3789
10. GDPG7, YC	0.1621	**0.0064**	0.3195	0.6329	0.6357	**0.0129**
	0.7737	0.1015	0.7246	0.9844	0.6077	0.1514
11. GDPW, YC	0.1333	**0.0109**	0.2848	0.6739	0.6270	**0.0147**
	0.7964	0.1623	0.7609	0.9885	0.5852	0.1969
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	**0.0874**	**0.0199**	0.1802	0.5507	0.5475	0.4602
	0.4018	0.1402	0.5675	0.9679	0.5652	0.1054
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	0.1056	**0.0099**	0.2401	0.6414	0.5240	**0.0506**
	0.4904	0.1192	0.5930	0.9534	0.5067	0.1166
14. GDPUS, YC, CHCPI	**0.0799**	**0.0301**	0.2504	0.6785	0.5807	0.1640
	0.7777	0.1080	0.7443	0.9149	0.5814	0.4380
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	**0.0602**	**0.0328**	0.1504	0.5613	0.6160	**0.0185**
	0.3811	0.2281	0.4114	0.9921	0.5378	**0.0182**
16. GDPUS, DMCI, REXCR	0.1554	**0.0137**	0.1465	0.6733	0.2961	0.2931
	0.3285	0.1164	0.3967	0.9936	0.4811	0.1244
17. GDPUS, YC, REXCR	**0.0972**	**0.0381**	0.1760	0.7282	0.3147	0.1248
	0.6008	0.1969	0.4240	0.9920	0.4532	0.3205
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0.2326	**0.0928**	0.4604	0.2405	0.9883	0.3118
	0.6453	0.5186	0.5457	0.7039	0.6478	0.1133
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.5436	**0.0356**	0.6100	0.2991	0.6895	**0.0568**
	0.7029	0.2232	0.6055	0.9319	0.6522	**0.0748**
20. GDPUS, YC, FBAL	0.3667	**0.0830**	0.6386	0.6000	0.9948	0.2160
	0.8797	0.2522	0.6829	0.9534	0.7041	0.2700

Tableau C.5

Résultats des tests d'exclusion avec la spécification asymétrique selon Hamilton

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	0.1016	0.2757	0.2841	0.5078	0.7673	**0.0131**
	0.2442	0.2340	0.1085	0.7181	0.5971	0.3536
2. IPUS	**0.0470**	0.1576	0.1440	0.2853	0.8345	**0.0115**
	0.2573	0.6174	**0.0949**	0.9084	0.5409	0.2955
3. GDPG7	0.2613	**0.0771**	0.3729	0.5241	0.3773	**0.0036**
	0.2156	0.5754	**0.0680**	0.8995	**0.0666**	0.3172
4. GDPW	0.2448	**0.0784**	0.3680	0.5872	0.3799	**0.0089**
	0.2258	0.6007	**0.0768**	0.9275	**0.0695**	0.3350
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	0.2380	0.2151	0.3314	0.5522	0.3194	**0.0213**
	0.2140	0.3406	0.1150	0.7619	**0.0606**	0.0927
6. GDPUS, RCP3	0.1276	0.3229	0.2919	0.4579	0.5311	**0.0084**
	0.2957	0.4228	0.1792	0.8938	0.1416	**0.0240**
7. GDPUS, DMCI	0.2314	0.1983	0.3499	0.4285	0.3603	**0.0063**
	0.1678	0.3263	**0.0724**	0.7787	**0.0396**	0.2760
8. GDPUS, YC	0.1057	0.3999	0.2927	0.7088	0.3979	**0.0103**
	0.3063	0.3335	0.1552	0.8683	0.1110	0.5682
9. IPUS, YC	**0.0431**	0.2189	0.1458	0.5610	0.4413	**0.0024**
	0.3279	0.6530	0.1414	0.9877	**0.0627**	0.3845
10. GDPG7, YC	0.2360	0.1042	0.3081	0.7453	0.4128	**0.0025**
	0.2395	0.6750	0.1021	0.9926	**0.0959**	0.5479
11. GDPW, YC	0.2135	0.1079	0.3006	0.7807	0.4156	**0.0059**
	0.2498	0.7109	0.1100	0.9952	**0.0927**	0.5793
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	0.2160	0.2232	0.3506	0.8537	0.4182	**0.0390**
	0.2405	0.4737	0.1401	0.8895	0.1038	**0.0276**
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	0.2180	0.2136	0.3696	0.8783	0.4871	**0.0086**
	0.1828	0.4416	0.0879	0.8906	**0.0642**	0.1048
14. GDPUS, YC, CHCPI	0.1101	0.3041	0.2816	0.9330	0.3093	**0.0231**
	0.2920	0.3030	0.1936	0.9008	**0.0932**	0.4122
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	0.1975	0.2567	0.3971	0.6978	0.6579	**0.0228**
	0.2525	0.5038	0.1453	0.9704	0.1647	**0.0455**
16. GDPUS, DMCI, REXCR	0.3430	0.2336	0.4052	0.8729	0.4409	**0.0358**
	0.1700	0.5922	**0.0771**	0.8930	**0.0694**	0.2206
17. GDPUS, YC, REXCR	0.2136	0.3233	0.4271	0.8639	0.4746	**0.0227**
	0.2146	0.6458	0.1005	0.9400	0.1360	0.4963
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0.5284	0.6261	0.6861	0.3063	0.9426	**0.0477**
	0.4441	0.9747	0.1788	0.9759	0.1660	**0.0390**
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.7220	0.3259	0.7964	0.4436	0.7674	**0.0479**
	0.3464	0.9066	**0.0840**	0.9236	**0.0681**	0.3821
20. GDPUS, YC, FBAL	0.4538	0.7209	0.6419	0.6208	0.9556	0.0615
	0.3689	0.9069	0.1514	0.9330	0.1630	0.4731

Tableau C.6

Résultats des tests d'exclusion avec les chocs normalisés du prix réel du pétrole

(*p-value* des statistiques F, H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	0.1692	0.5726	0.3044	0.7752	0.7946	0.2930
2. IPUS	0.1047	0.7682	0.0668	0.6876	0.6472	**0.0802**
3. GDPG7	0.2905	0.7976	0.1961	0.9495	0.1888	0.2898
4. GDPW	0.2576	0.7562	0.1542	0.9576	0.1759	0.3172
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	0.2627	0.6246	0.3277	0.8024	0.3946	0.1628
6. GDPUS, RCP3	0.1574	0.7171	0.2111	0.7798	0.3852	**0.0865**
7. GDPUS, DMCI	0.2312	0.6121	0.3874	0.7600	0.4579	0.2448
8. GDPUS, YC	0.1908	0.5991	0.1997	0.8384	0.3034	0.2555
9. IPUS, YC	0.1170	0.7652	**0.0636**	0.7936	0.1183	**0.0416**
10. GDPG7, YC	0.2878	0.6477	0.1014	0.8627	0.1265	0.1686
11. GDPW, YC	0.2471	0.6057	**0.0791**	0.8849	0.1201	0.1818
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	0.2588	0.6722	0.2903	0.6770	0.4666	0.3251
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	0.2446	0.6289	0.3872	0.6788	0.5778	0.3293
14. GDPUS, YC, CHCPI	0.2230	0.6113	0.2124	0.7136	0.3690	0.4425
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	0.2412	0.7161	0.2665	0.7468	0.3710	0.3002
16. GDPUS, DMCI, REXCR	0.2137	0.7131	0.2939	0.7290	0.4330	0.2244
17. GDPUS, YC, REXCR	0.1480	0.7697	0.1781	0.7879	0.3568	0.3279
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	0.3604	0.8953	0.3952	0.9138	0.5115	0.2463
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.5713	0.9069	0.7266	0.9516	0.6933	0.5893
20. GDPUS, YC, FBAL	0.4045	0.9828	0.3747	0.9630	0.5268	0.5806

Tableau C.7

Résultats des tests d'exclusion avec les chocs (+, -) normalisés du prix réel du pétrole

(*p-value* des statistiques *F*. H_0 : le prix du pétrole ne cause pas à la Granger l'activité économique)

Spécification de l'équation	62.1-01.4	62.1-73.4	74.1-01.4	62.1-79.4	80.1-89.4	90.1-01.4
Act. économique étrangère						
1. GDPUS	**0.0249**	0.3140	**0.0550**	0.1970	0.7886	**0.0157**
	0.8916	0.3579	0.1991	0.5606	0.4780	0.1199
2. IPUS	**0.0182**	0.5506	**0.0222**	0.3758	0.4901	**0.0047**
	0.8765	0.6859	[illegible]	0.8881	0.5507	0.1016
3. GDPG7	**0.0610**	0.43[illegible]	0.0[illegible]	0.5400	0.1581	**0.0132**
	0.8851	0.8[illegible]	0.2838	0.8294	0.3210	0.2425
4. GDPW	**0.0525**	0.444[illegible]	**0.0817**	0.5954	0.1560	**0.0157**
	0.8877	0.8410	0.2867	0.8229	0.3350	0.2428
Politique monétaire						
5. GDPUS, CP3	**0.0289**	0.3811	**0.0595**	0.1280	0.1825	**0.00[illegible]**
	0.7193	0.4339	0.1674	0.5587	0.3081	**0.0031**
6. GDPUS, RCP3	**0.0129**	0.4228	**0.0291**	0.1265	0.2406	**0.0384**
	0.7060	0.4755	0.1307	0.5876	0.3299	**0.0606**
7. GDPUS, DMCI	**0.0262**	0.2783	**0.0576**	0.1316	0.1565	**0.0002**
	0.7583	0.4504	0.1699	0.5920	0.2719	**0.0129**
8. GDPUS, YC	**0.0338**	0.4557	**0.0674**	0.2524	0.1919	**0.0088**
	0.8048	0.4427	0.1846	0.6551	0.2080	0.1954
9. IPUS, YC	**0.0257**	0.4057	**0.0327**	0.5159	0.1282	**0.0007**
	0.8193	0.6105	0.2205	0.9191	0.1391	**0.0908**
10. GDPG7, YC	**0.0662**	0.1121	**0.0825**	0.4858	0.1474	**0.0069**
	0.8309	0.4886	0.2531	0.8544	0.2773	0.3554
11. GDPW, YC	**0.0565**	0.1486	**0.0702**	0.5306	0.1453	**0.0074**
	0.8344	0.5822	0.2408	0.8523	0.2638	0.3867
Inflation						
12. GDPUS, CP3, CHCPI	**0.0234**	0.3953	**0.0437**	0.1321	0.2488	**0.0367**
	0.6689	0.5878	0.1505	0.5363	0.3893	**0.0159**
13. GDPUS, DMCI, CHCPI	**0.0225**	0.2278	**0.0471**	0.1340	0.2515	**0.0019**
	0.6964	0.6054	0.1593	0.5302	0.3386	**0.0421**
14. GDPUS, YC, CHCPI	**0.0419**	0.3946	**0.0595**	0.2351	0.2378	**0.0153**
	0.7824	0.4399	0.1814	0.5612	0.2964	0.3331
Taux de change						
15. GDPUS, RCP3, REXCR	**0.0167**	0.6424	**0.0316**	0.2439	0.2614	**0.0054**
	0.7138	0.7270	0.1024	0.8030	0.3300	**0.0273**
16. GDPUS, DMCI, REXCR	**0.0339**	0.5766	**0.0519**	0.1904	0.1802	**0.0113**
	0.7741	0.6800	0.1182	0.8186	0.2880	**0.0072**
17. GDPUS, YC, REXCR	**0.0457**	0.7251	**0.0556**	0.4433	0.1406	**0.0103**
	0.7583	0.7774	0.1087	0.8504	0.2367	0.2072
Politique fiscale						
18. GDPUS, RCP3, FBAL	**0.0714**	0.6079	0.1209	0.1770	0.6642	**0.0628**
	0.6892	0.7392	0.1250	0.3789	0.3394	**0.0872**
19. GDPUS, DMCI, FBAL	0.1366	0.5004	0.2512	0.2206	0.4821	**0.0007**
	0.7360	0.7305	0.1551	0.4783	0.3423	**0.0136**
20. GDPUS, YC, FBAL	0.1746	0.6388	0.2408	0.4062	0.6690	**0.0308**
	0.7090	0.7704	0.1572	0.5214	0.2578	0.1476